

**POTENSI ASAP PEMBAKARAN TEMPURUNG KELAPA DALAM
PENGENDALIAN HAMA *Rhyzopertha dominica* F. (COLEOPTERA:
BOSTRICHIDAE) PADA GABAH DALAM SIMPANAN**

**OLEH
ANAK AGUNG KETUT ARYAWAN**

0610460003-46



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
MALANG
2011**

**POTENSI ASAP PEMBAKARAN TEMPURUNG KELAPA DALAM
PENGENDALIAN HAMA *Rhyzopertha dominica* F. (COLEOPTERA:
BOSTRICHIDAE) PADA GABAH DALAM SIMPANAN**

OLEH

ANAK AGUNG KETUT ARYAWAN

0610460003-46

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



SKRIPSI

**Disampaikan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN

MALANG

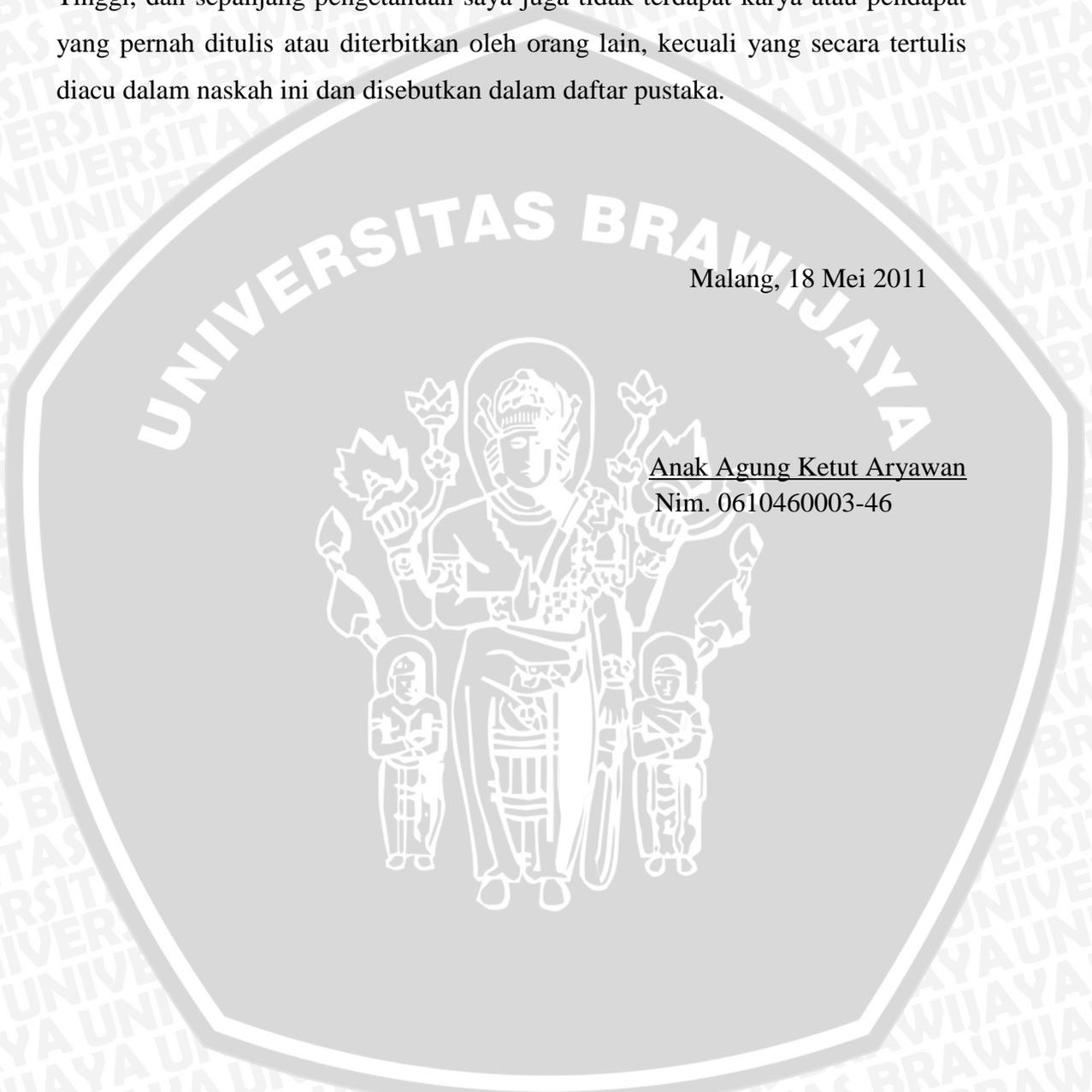
2011

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, 18 Mei 2011

Anak Agung Ketut Aryawan
Nim. 0610460003-46



PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul Skripsi : **POTENSI ASAP PEMBAKARAN TEMPURUNG
KELAPA DALAM PENGENDALIAN HAMA
Rhyzopertha dominica F. (COLEOPTERA:
BOSTRICHIDAE) PADA GABAH DALAM
SIMPANAN**

Nama Mahasiswa : **ANAK AGUNG KETUT ARYAWAN**

Nim : 0610460003-46

Jurusan : **HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN**

Menyetujui : Dosen Pembimbing

Utama,

Pendamping,

Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU.
NIP.19550403 198303 1 009

Ir. Ludji Pantja Astuti, MS.
NIP.19551018 198601 2 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan

Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS.
NIP. 19550522 198103 1 006

Tanggal Persetujuan :

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU.
NIP. 19550403 198303 1 009

Ir. Ludji Pantja Astuti, MS.
NIP. 19551018 198601 2 001

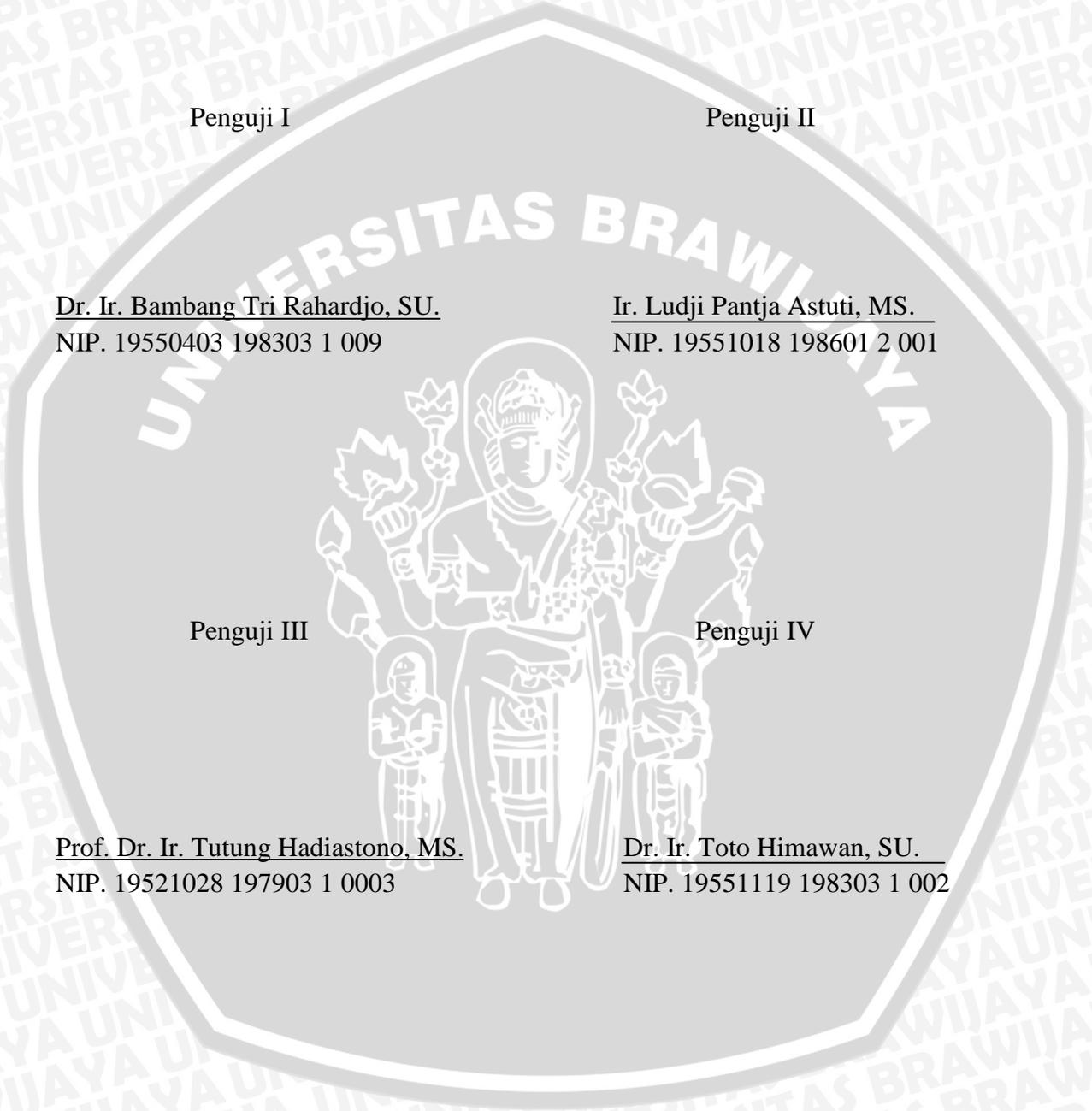
Penguji III

Penguji IV

Prof. Dr. Ir. Tutung Hadiastono, MS.
NIP. 19521028 197903 1 0003

Dr. Ir. Toto Himawan, SU.
NIP. 19551119 198303 1 002

Tanggal Lulus :



Pada waktunya...

Kesabaran akan berbuah hasil yang manis...

Kegagalan adalah keberhasilan yang tertunda....

Tetap semangat dan pantang menyerah...



Skripsi ini kupersembahkan untuk

*Kedua Orang tua tercinta dan Kakak
serta Geo2 tersayang*

RINGKASAN

ANAK AGUNG KETUT ARYAWAN. 0610460003-46. Potensi Asap Pembakaran Tempurung Kelapa dalam Pengendalian Hama *Rhyzopertha dominica* F. (Coleoptera: Bostrichidae) pada Gabah dalam Simpanan. Di bawah bimbingan Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU. sebagai Pembimbing Utama, Ir. Ludji Pantja Astuti, MS. sebagai Pembimbing Pendamping.

Beras merupakan bahan pangan pokok bagi lebih dari setengah penduduk Asia. Lebih kurang 1.750 juta jiwa dari tiga miliar penduduk Asia, termasuk 200 juta penduduk Indonesia, menggantungkan kebutuhannya dari beras. Bagi penduduk di Negara-negara Asia, beras memiliki nilai ekonomi yang tinggi dibandingkan dengan bahan pangan yang lain. Dalam penyimpanan, tingkat kerusakan gabah dan beras berkisar 5-15% dan diperkirakan lebih besar di Negara-negara berkembang terutama di kawasan tropis termasuk di Indonesia. Salah satu kendala yang sering dihadapi dalam usaha penyimpanan hasil panen adalah adanya serangan hama gudang, *Rhyzopertha dominica* merupakan hama primer pada gabah dalam simpanan. Serangan berat *R. dominica* pada tempat penyimpanan gabah dapat menyebabkan kehilangan hasil sebesar 7 % dalam waktu 6 bulan. Larva dan imago *R. dominica* dapat menyerang titik tumbuh dan endosperm benih sehingga menimbulkan kerugian yang serius. Usaha pengendalian *R. dominica* menggunakan bahan kimia seperti pestisida, dapat menimbulkan masalah baru berupa resistensi dan residu berbahaya pada bahan simpanan. Pemanfaatan asap sebagai fumigan, telah sejak lama dilakukan untuk mengendalikan hama yang menyerang bahan pangan di tempat penyimpanan. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari sifat dan pengaruh asap pembakaran tempurung kelapa terhadap *R. dominica* serta pengaruh asap pembakaran tempurung kelapa terhadap daya kecambah gabah.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Hama, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, mulai bulan April 2010 sampai Agustus 2010. Metode penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan lama pengasapan. Perlakuan terdiri dari empat macam yaitu pengasapan selama 0 jam (kontrol), 1 jam, 2 jam dan 3 jam. Masing-masing perlakuan terdiri dari 4 ulangan. Variabel pengamatan meliputi mortalitas imago *R. dominica*, populasi total *R. dominica*, intensitas kerusakan gabah akibat serangan *R. dominica* dan daya kecambah gabah. Data pengamatan di analisis menggunakan ANOVA dengan taraf kepercayaan 95%, dan apabila terdapat perbedaan dilanjutkan dengan uji LSD atau DMRT dengan taraf kepercayaan 95% untuk melihat perbedaan antar perlakuan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa: 1) Asap pembakaran tempurung kelapa dapat menyebabkan kematian imago *R. dominica*; 2) Pengasapan gabah menyebabkan populasi *R. dominica* rendah; 3) Pengasapan gabah dapat menyebabkan kerusakan telur, kematian larva dan imago *R. dominica*; 4) Pengasapan gabah selama 1 jam, 2 jam dan 3 jam, tidak berpengaruh terhadap daya kecambah gabah, namun berpengaruh terhadap tinggi kecambah padi; 5) Lama pengasapan gabah yang efektif dan efisien untuk pengendalian *R. dominica* adalah 2 jam.

SUMMARY

ANAK AGUNG KETUT ARYAWAN. 0610460003-46. The Potential of Burning Smoke Coconut Shell on Pest Control *Rhyzopertha dominica* F. (Coleoptera: Bostrichidae) in Rice Storage. Supervised by Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU., and Co-supervised by Ir. Ludji Pantja Astuti, MS.

Rice is the main food crop for more than half of population in Asia. About 1.750 million populations of three billion population of Asia, including 200 million of Indonesia's population, depended of rice calories. For population in Asian countries, rice has high economic value compared to other foodstuffs. On storage, the level of damage to paddy and rice was estimated between 5-15% and is higher in developing countries, especially in the tropical country, including Indonesia. One of the obstacles encountered during the storage was storage pests attack. *Rhyzopertha dominica* is a primary pest of rice in storage. Heavy attack of *R. dominica* on the rice storage could caused yield losses about 7% during 6 months. Larvae and imago *R. dominica* attacking growing point and the endosperm of seeds, causing serious losses. Control of *R. dominica* used chemicals compound such as pesticides, can create new problems in the form of resistance and residue in rice storage. Utilization of smoke as a fumigant, has long been done to control pests which attack the material in storage. The purposed of this research is to study characteristics and effect of smoke burning coconut shell to *R. dominica* and the influence of rice germination/viability.

This research was done in Entomology Laboratory, Pest and Disease Department, Agriculture Faculty, Brawijaya University, start from April 2010 until August 2010. The research method used *Completely Randomized Design* (CRD) with fumigation time treatment. Fumigation treatment consisted of four level (0 hour as a control, 1 hour, 2 hours and 3 hours). Each treatment consisted of 4 replications. Observed variables includes mortality of imago *R. dominica*, population of *R. dominica*, the intensity of rice damage due to attack *R. dominica* and rice germination. All data were analyzed using ANOVA with a level of 95%, and if there is a significance difference, analyze continue with LSD or DMRT the level of 95% to see the differences among the treatments.

Result of research shows that; 1) Smoke from burning coconut shell can cause mortality to imago of *R. dominica*; 2) Fumigation of rice to causing low population of *R. dominica*; 3) Fumigation of rice to causing eggs damage, mortality to larvae and imago of *R. dominica*; 4) Fumigation of rice during 1 hour, 2 hours and 3 hours, give no effect on rice germination, but on rice seedling height; 5) Fumigation time of paddy is effective and efficient for controlling *R. dominica* is 2 hours.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas berkah dan karuni-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Penelitian yang berjudul “ Potensi Asap Pembakaran Tempurung Kelapa dalam Pengendalian Hama *Rhyzopertha dominica* F. (Coleoptera: Bostrichidae) pada Gabah dalam Simpanan “ diajukan sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan tugas akhir untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian (SP) di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU. sebagai pembimbing utama dan Ir. Ludji Pantja Astuti, MS. sebagai pembimbing pendamping yang telah memberikan saran dan bimbingannya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan baik. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ajik (A. A. Putu Windia) dan Gutik (Sayu Nyoman Siki) atas doa, restu, kesabaran, dukungan dan semangatnya,
2. Mbok Tu (A. A. Putu Suciani) sekeluarga, Mbok Ade (A. A. Made Resiani) sekeluarga dan Mbok Mang (A. A. Komang Mahayuni) sekeluarga, atas semangat dan dukungannya,
3. GexQ (Gusti Ayu Putu Seriasih) sekeluarga, atas doa, kesabaran, bantuan dan semangatnya,
4. Seluruh keluarga besar di Desa Tonggolibibi, Sausu, Lalundu, Palu dan di Bali, atas doa dan semangatnya,
5. Teman-teman HPT Angkatan 2006, atas dukungan, keceriaan dan semangatnya.

Malang, 16 Mei 2011

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Desa Tonggolobibi, Kecamatan Sojol, Kabupaten Donggala, Propinsi Sulawesi Tengah, pada tanggal 10 Mei 1987 dan merupakan putra ke empat dari empat bersaudara dengan seorang ayah yang bernama A. A. Putu Windia dan seorang ibu yang bernama Sayu Nyoman Siki. Kedua orang tua berasal dari Bali dan beragama Hindu.

Penulis memulai pendidikan dengan menjalani pendidikan dasar di SD Inpres Lantapan, Kecamatan Sojol, Kabupaten Donggala, Propinsi Sulawesi Tengah (1994-2000), dan melanjutkan ke SLTP Negeri 4 Palu (2000-2003), kemudian meneruskan pendidikan ke SLTA Negeri 1 Palu (2003-2006). Penulis menjadi mahasiswa Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, program studi Hama dan Penyakit Tumbuhan (HPT), pada tahun 2006 melalui jalur PSB.

Selama menjadi mahasiswa Fakultas Pertanian, penulis pernah menjadi asisten praktikum untuk mata kuliah Mikologi selama satu semester (2008-2009) dan Ketahanan Tanaman Terhadap Hama dan Penyakit selama satu semester (2009-2010). Penulis pernah menjadi panitia organisasi seperti Inagurasi 2006 sebagai Sie Humas (2006) dan Ekspedisi Himapta 2008 (2008).



DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Hipotesis	3
1.5. Manfaat	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Tanaman Padi (<i>Oryza sativa</i> L.)	4
2.1.1. Arti Penting Tanaman Padi	4
2.1.2. Pengelolaan Pasca Panen Tanaman Padi	5
2.2. Hama Bubuk Gabah (<i>Rhyzopertha dominica</i> F.)	6
2.2.1. Klasifikasi Hama Bubuk Gabah	6
2.2.2. Morfologi Hama Bubuk Gabah	6
2.2.3. Siklus Hidup Hama Bubuk Gabah	7
2.2.4. Gejala Kerusakan Hama Bubuk Gabah	9
2.2.5. Arti Penting Hama Bubuk Gabah	9
2.2.6. Pengendalian Hama Bubuk Gabah	10
2.3. Deskripsi Tempurung Kelapa	11
2.4. Deskripsi Asap Tempurung Kelapa	12

2.5. Komponen Asap Tempurung Kelapa	12
III. METODOLOGI	14
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	14
3.2. Alat dan Bahan	14
3.3. Persiapan Penelitian	14
3.4. Metode Penelitian	16
3.5. Variabel Pengamatan	18
3.6. Analisis Data	19
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1. Pengaruh Lama Pengasapan Gabah Terhadap Mortalitas Imago <i>Rhyzopertha dominica</i>	20
4.2. Pengaruh Lama Pengasapan Gabah Terhadap Populasi Total <i>Rhyzopertha dominica</i>	35
4.3. Pengaruh Lama Pengasapan Gabah Terhadap Intensitas Kerusakan Gabah Akibat Serangan <i>Rhyzopertha dominica</i>	30
4.4. Pengaruh Lama Pengasapan Gabah Terhadap Daya Kecambah Gabah dan Tinggi Kecambah Padi	34
V. KESIMPULAN	37
5.1. Kesimpulan	37
5.2. Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	42

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Rerata Laju Peningkatan Mortalitas Imago <i>R. dominica</i> Terkoreksi Akibat Pengaruh Pengasapan Gabah	21
2.	Nilai LT ₅₀ Perlakuan Lama Pengasapan Gabah Terhadap Imago <i>R. dominica</i>	21
3.	Rerata Populasi Total <i>R. dominica</i> Pengamatan 3HSI	25
4.	Rerata Populasi Total <i>R. dominica</i> Pengamatan 1MSI	25
5.	Rerata Populasi Total <i>R. dominica</i> Pengamatan 2MSI	26
6.	Rerata Populasi Total <i>R. dominica</i> Pengamatan 3MSI	26
7.	Rerata Populasi Total <i>R. dominica</i> Pengamatan 4MSI	27
8.	Rerata Populasi Total <i>R. dominica</i> Pengamatan 2BSI	27
9.	Rerata Populasi Total <i>R. dominica</i> Pengamatan 3BSI	28
10.	Rerata Populasi Total <i>R. dominica</i> Pengamatan 4BSI	28
11.	Rerata Intensitas Kerusakan Gabah Akibat Serangan <i>R. dominica</i> Pengamatan 2BSI	30
12.	Rerata Intensitas Kerusakan Gabah Akibat Serangan <i>R. dominica</i> Pengamatan 3BSI	31
13.	Rerata Intensitas Kerusakan Gabah Akibat Serangan <i>R. dominica</i> Pengamatan 4BSI	31
14.	Rerata Populasi Larva dan Imago Baru <i>R. dominica</i> Pengamatan 2BSI, 3BSI dan 4BSI	33
15.	Persentase Daya Kecambah Gabah Setiap Perlakuan	34
16.	Rerata Tinggi Kecambah Padi Setiap Perlakuan	35



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	a) Tungku Pengasapan; b) Kotak Pengasapan	15
2.	a) Van Gabah; b) Pipa Saluran Asap	16
3.	Grafik Peningkatan Mortalitas Imago <i>R. dominica</i> Terkoreksi Setiap Perlakuan Pengasapan Gabah	20
4.	Grafik Hubungan antara Log (waktu) dengan Probit Mortalitas Imago <i>R. dominica</i>	22
5.	Grafik Hubungan Antara Lama Pengasapan dengan Nilai LT_{50} Perlakuan Pengasapan Terhadap Imago <i>R. dominica</i>	23
6.	Kenampakkan Bulir Gabah Setelah Pengasapan; a) Kontrol; b) Pengasapan 1 Jam; c) Pengasapan 2 Jam; d) Pengasapan 3 Jam...	24
7.	Telur <i>R. dominica</i> ; a) Telur Rusak; b) Telur Tidak Rusak	29
8.	Larva <i>R. dominica</i> ; a) Larva Mati; b) Larva Hidup	29
9.	Gejala Serangan <i>R. dominica</i> pada Gabah: a) Gabah Berlubang dan Hampa; b) Sisa Gerekkan dan Kotoran <i>R. dominica</i>	32
10.	Imago <i>R. dominica</i> Sedang Menggerek Bulir Gabah	32
11.	Tinggi Kecambah Padi; a) Kontrol; b) Pengasapan 1 Jam; c) Pengasapan 2 Jam; d) Pengasapan 3 Jam	35

DAFTAR LAMPIRAN

Tabel

Nomor	Teks	Halaman
1.	Analisis Ragam Mortalitas Imago <i>R. dominica</i> Pengamatan 1HSI.....	42
2.	Analisis Ragam Mortalitas Imago <i>R. dominica</i> Pengamatan 2HSI.....	42
3.	Analisis Ragam Mortalitas Imago <i>R. dominica</i> Pengamatan 3HSI.....	42
4.	Analisis Ragam Mortalitas Imago <i>R. dominica</i> Pengamatan 4HSI.....	42
5.	Analisis Ragam Mortalitas Imago <i>R. dominica</i> Pengamatan 5HSI.....	42
6.	Analisis Ragam Mortalitas Imago <i>R. dominica</i> Pengamatan 6HSI.....	43
7.	Analisis Ragam Mortalitas Imago <i>R. dominica</i> Pengamatan 7HSI.....	43
8.	Analisis Ragam Laju Peningkatan Mortalitas <i>R. dominica</i> Terkoreksi	43
9.	Analisis Ragam Populasi Total <i>R. dominica</i> Pengamatan 3HSI.....	43
10.	Analisis Ragam Populasi Total <i>R. dominica</i> Pengamatan 1MSI.....	43
11.	Analisis Ragam Populasi Total <i>R. dominica</i> Pengamatan 2MSI.....	44
12.	Analisis Ragam Populasi Total <i>R. dominica</i> Pengamatan 3MSI.....	44
13.	Analisis Ragam Populasi Total <i>R. dominica</i> Pengamatan 4MSI.....	44
14.	Analisis Ragam Populasi Total <i>R. dominica</i> Pengamatan 2BSI.....	44
15.	Analisis Ragam Populasi Total <i>R. dominica</i> Pengamatan 3BSI.....	44
16.	Analisis Ragam Populasi Total <i>R. dominica</i> Pengamatan 4BSI.....	45
17.	Analisis Ragam Intensitas Kerusakan Gabah Akibat Serangan <i>R. dominica</i> Pengamatan 2BSI.....	45
18.	Analisis Ragam Intensitas Kerusakan Gabah Akibat Serangan <i>R. dominica</i> Pengamatan 3BSI.....	45



19. Analisis Ragam Intensitas Kerusakan Gabah Akibat Serangan <i>R. dominica</i> Pengamatan 4BSI.....	45
20. Analisis Ragam Daya Kecambah Gabah Pengamatan 3HSS.....	46
21. Analisis Ragam Daya Kecambah Gabah Pengamatan 5HSS.....	46
22. Analisis Ragam Tinggi Kecambah Padi.....	46
23. Analisis Probit (LT ₅₀) Pengasapan 1 Jam Terhadap Imago <i>R. dominica</i> Menggunakan Metode Hsin Chi (1997).....	47
24. Analisis Probit (LT ₅₀) Pengasapan 2 Jam Terhadap Imago <i>R. dominica</i> Menggunakan Metode Hsin Chi (1997).....	48
25. Analisis Probit (LT ₅₀) Pengasapan 3 Jam Terhadap Imago <i>R. dominica</i> Menggunakan Metode Hsin Chi (1997).....	49

Gambar

Nomor	Teks	Halaman
1.	Alat Pengasapan Gabah	50
2.	Hasil Sampingan dari Pengasapan Gabah; a) Arang Tempurung Kelapa; b) Asap Cair Tempurung Kelapa	51
3.	Kenampakan Gabah Setelah Perlakuan Pengasapan; a) Kontrol; b) Pengasapan 1 Jam; c) Pengasapan 2 Jam; c) Pengasapan 3 Jam	52
4.	Telur <i>R. dominica</i> ; a) Telur Single; b) Telur Berkelompok	52
5.	Larva <i>R. dominica</i>	53
6.	Imago <i>R. dominica</i> ; a) Imago Betina; b) Imago Jantan	53
7.	Tinggi Kecambah Padi; a) Kontrol; b) Pengasapan 1 Jam; c) Pengasapan 2 Jam; d) Pengasapan 3 Jam	54

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Beras merupakan bahan pangan pokok bagi lebih dari setengah penduduk Asia. Lebih kurang 1.750 juta jiwa dari tiga miliar penduduk Asia, termasuk 200 juta penduduk Indonesia, menggantungkan kebutuhan kalori dari beras. Sementara di Afrika dan Amerika Latin yang berpenduduk lebih kurang 1,2 miliar, 100 juta diantaranya juga hidup dari beras (Andoko, 2008). Oleh sebab itu, bagi penduduk di Negara-negara Asia, beras memiliki nilai ekonomi yang tinggi dibandingkan dengan bahan pangan yang lain.

Keberhasilan dalam budidaya tanaman padi didukung oleh beberapa faktor, salah satunya adalah tersedianya benih padi yang berkualitas. Salah satu ciri benih padi yang berkualitas yaitu memiliki daya tumbuh/viabilitas yang tinggi. Untuk menjaga daya tumbuh benih padi tetap tinggi, usaha penyimpanan benih padi harus mendapat perhatian lebih serius, baik dalam hal pengaturan kadar air benih, sanitasi tempat penyimpanan, maupun infestasi dari hama dan penyakit yang menyerang benih padi.

Rhyzopertha dominica adalah hama utama pada gabah di tempat penyimpanan. Hama *R. dominica* bersifat kosmopolitan, khususnya menjadi hama yang sangat serius di daerah panas, kondisi kering di seluruh daerah tropis dan subtropis, dan situasi yang terlindung di daerah beriklim sedang (Subramanyam dan Hagstrum, 1996; Munro, 1966; Taylor, 2004). Selain itu, *R. dominica* dapat menyerang berbagai macam komoditi dalam simpanan seperti gandum, jagung, dan millet (Subramanyam dan Hagstrum, 1996). Serangan berat hama *R. dominica* pada tempat penyimpanan gabah dapat menyebabkan kehilangan hasil sebesar 7 % dalam waktu 6 bulan (Kalshoven, 1941 dalam Kalshoven, 1981).

Tempurung kelapa merupakan lapisan keras yang terdiri dari lignin, selulosa, metoksil, dan berbagai mineral (Hambali, dkk., 2007). Komposisi kimia dari tempurung kelapa yaitu selulosa (26,6%), hemiselulosa (27,7%), lignin (29,4%), abu (0,6%), uronat anhidrat (3,5%), nitrogen (0,1%), komponen ekstraktif (4,2%), dan air (8,0%) (Suhardiyono, 1988 dalam Prananta, 2008). Dari pembakaran tempurung kelapa secara tidak sempurna, akan diperoleh asap yang mengandung beberapa macam senyawa yaitu senyawa fenol sebesar 4,13 %, karbonil 11,3 %, senyawa asam 10,2 %, dan senyawa Hidrokarbon Polisiklik Aromatik (Prananta, 2008 dan Nurhasanah, 2008). Hasil penelitian Wijayaratne *et al.* (2009), menyatakan bahwa senyawa hidrokarbon, CO₂ dan CO yang dihasilkan dari sekam padi, dapat menyebabkan kematian hama *Sitophilus oryzae* dan *R. dominica*. Saat ini, asap dari tempurung kelapa telah menjadi suatu produk komersial yang diolah dalam bentuk asap cair. Asap cair dapat digunakan sebagai pengawet makanan pengganti formalin (Prananata, 2008).

Berdasarkan data hasil penelitian yang dilakukan oleh Wijayaratne *et al.* (2009) di atas, perlu dilakukan serangkaian penelitian lebih lanjut untuk mengetahui potensi asap pembakaran tempurung kelapa dalam mengendalikan serangga hama yang menyerang bahan simpanan.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah:

1. Apakah asap dari pembakaran tempurung kelapa dapat menyebabkan kematian pada hama *R. dominica*?
2. Apakah asap pembakaran tempurung kelapa dapat mempengaruhi daya kecambah gabah?

1.3. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mempelajari sifat dan pengaruh dari asap pembakaran tempurung kelapa terhadap hama *R. dominica*.

2. Untuk mempelajari pengaruh pengasapan gabah terhadap daya kecambah gabah

1.4. Hipotesis

Hipotesis yang dikemukakan dalam penelitian ini adalah :

1. Asap dari pembakaran tempurung kelapa dapat menyebabkan kematian pada hama *R. dominica*.
2. Semakin lama waktu pengasapan gabah, semakin rendah intensitas serangan hama *R. dominica* dan semakin tinggi mortalitas hama *R. dominica*.
3. Pengasapan tidak mempengaruhi daya kecambah gabah

1.5. Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi suatu teknologi alternatif dalam mengatasi masalah hama yang menyerang suatu komoditas tanaman dalam simpanan dan dapat mengatasi serta mengurangi polusi udara yang diakibatkan oleh asap pembakaran tempurung kelapa pada usaha pembuatan arang aktif. Selain itu, dari hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi peneliti-peneliti berikutnya dalam menggali lebih dalam potensi dari asap pembakaran tempurung kelapa.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.)

2.1.1. Arti Penting Tanaman Padi

Beras merupakan bahan pangan pokok bagi lebih dari setengah penduduk Asia. Lebih kurang 1.750 juta jiwa dari tiga miliar penduduk Asia, termasuk 200 juta penduduk Indonesia, menggantungkan kebutuhan kalori dari beras. Sementara di Afrika dan Amerika Latin yang berpenduduk lebih kurang 1,2 miliar, 100 juta diantaranya juga hidup dari beras (Andoko, 2008). Oleh sebab itu, bagi penduduk di negara-negara Asia, beras memiliki nilai ekonomi yang tinggi dibandingkan dengan bahan pangan yang lain.

Di Indonesia, beras tidak hanya sebagai komoditas pangan, tetapi juga merupakan komoditas strategis yang memiliki sensitivitas politik, ekonomi, tenaga kerja, lingkungan hidup, budaya dan kerawanan sosial yang tinggi (Andoko, 2008 dan Saifullah, 2001). Penduduk Indonesia sangat bergantung pada beras sebagai bahan pangan pokok. Jika terjadi gangguan produksi beras, maka pasokan menjadi terganggu dan harga jual meningkat. Selain itu, beras merupakan salah satu komoditi makanan yang berpengaruh besar terhadap nilai Garis Kemiskinan (Badan Pusat Statistik, 2009).

Sejumlah negara peserta Konferensi Menteri Pertanian Internasional ke-2 di Berlin Jerman, memberikan pengakuan terhadap keberhasilan Indonesia mencapai swasembada beras pada tahun 2008. Menteri pertanian menyatakan bahwa keberhasilan tersebut ditempuh melalui penguatan teknologi seperti penggunaan benih unggul, penguatan manajemen serta pemberdayaan petani (Anonymous, 2009a).

2.1.2. Pengelolaan Pasca Panen Tanaman Padi

Selain pengelolaan budidaya, pengelolaan pasca panen tanaman padi juga harus mendapat perhatian yang serius. Pengelolaan pasca panen yang salah akan menyebabkan menurunnya kualitas gabah/beras dan dapat menyebabkan

kehilangan hasil yang lebih besar (Anonymous, 2009b). Menurut Hadiutomo (2006), total kehilangan hasil pasca panen mencapai 20,51% yang meliputi beberapa kegiatan yaitu pemanenan, perontokan, pengangkutan, pengeringan, penggilingan, dan penyimpanan. Angka ini jika dikonversikan terhadap produksi padi nasional yang mencapai 54,34 juta ton, kehilangan hasil pasca panen dapat mencapai lebih dari Rp 15 triliun per tahun (Anonymous, 2009c).

Tingkat kehilangan pasca panen sangat ditentukan oleh varietas padi, kondisi iklim setempat dan kondisi pertanian di masing-masing negara. Rata-rata persentase kehilangan pasca panen padi berkisar antara 10-37 %, dengan rata-rata kehilangan di negara berkembang antara 15-16 % (FAO, 1997 dalam Anonymous, 2009c). Studi yang dilakukan oleh *International Rice Research Institute* (IRRI) menyebutkan bahwa diperkirakan tingkat kehilangan pasca panen sebesar 5-16% terjadi pada saat pemanenan, perontokan dan pembersihan, sedangkan 5-21% terjadi pada proses pasca panen dari pengeringan, penyimpanan dan penggilingan (Anonymous, 2009c).

Penanganan pasca panen padi merupakan upaya strategis dalam mendukung peningkatan produksi. Kontribusi penanganan pasca panen terhadap peningkatan produksi padi, tercermin dari penurunan kehilangan hasil dan tercapainya mutu gabah beras sesuai persyaratan mutu. Standar mutu gabah meliputi persyaratan kualitatif dan persyaratan kuantitatif, bebas hama dan penyakit, bebas bau busuk, asam atau bau-bau lainnya, bebas dari bahan kimia seperti sisa-sisa pupuk, insektisida, fungisida dan bahan kimia lainnya (Anonymous, 2009b).

Salah satu kendala yang sering dihadapi dalam usaha penyimpanan hasil panen adalah adanya serangan hama gudang. Ciri spesifik hama gudang adalah kemampuannya beradaptasi dalam lingkungan gudang penyimpanan yang relatif kering, suhu ruangan tinggi, dan kelembaban udara yang rendah. Dalam penyimpanan, tingkat kerusakan gabah dan beras berkisar 5-15% dan diperkirakan lebih besar di negara-negara berkembang terutama di kawasan tropis termasuk di Indonesia. Padi yang terserang menjadi kotor, berjamur (*molding*), saling melekat dan menggumpal antar butiran (*caking*), dan tumbuh (*sprouting*) (Anggara, 2005).

Kerusakan oleh hama gudang terjadi akibat dikonsumsi langsung atau terkontaminasi hasil metabolisme seperti kotoran (*feces*), air seni (*urine*), bekas kulit tubuh (*exuvie*), dan bekas keberadaan sarang (*webbing*). Akibat lain adalah timbulnya bau apek dan mengundang kedatangan hama sekunder. Nilai kerugian menjadi lebih besar apabila kerusakan terjadi pada gabah yang diperuntukkan sebagai benih, akan terjadi penurunan viabilitas benih secara nyata. Selain itu, dapat pula menyebabkan turunnya reputasi dan tingkat kepercayaan konsumen yang berakibat ditolaknya produk di pasaran atau masuk negara tertentu (Anggara, 2008).

2.2. Hama Bubuk Gabah (*Rhyzopertha dominica* F.)

2.2.1. Klasifikasi Hama Bubuk Gabah

Bubuk gabah termasuk dalam kingdom: Animalia, phylum: Arthropoda, Class: Insecta, Ordo: Coleoptera, Family: Bostrichidae, Genus: *Rhyzopertha*, Species: *Rhyzopertha dominica* F. (Anonymous, 2009d).

Hama *R. dominica* memiliki nama umum antara lain Bubuk Gabah, *Lesser Grain Borer* (Kalshoven, 1981), dan Penggerek biji pipih (Anonymous, 2007).

2.2.2. Morfologi Hama Bubuk Gabah

Hama *R. dominica* memiliki ciri-ciri yaitu ukuran tubuh kecil dengan panjang tubuh 2,5-3 mm, berbentuk silindris, berwarna coklat gelap atau coklat kemerahan, alat mulut mengarah ke bawah, dan kepala bagian depan memiliki tonjolan runcing menyerupai gigi (Bailey, 2007). Bagian posterior dari abdomen berbentuk runcing, elytra melengkung dengan permukaan kasar dan terdapat deret cekungan yang memiliki *setae* (Subramanyam dan Hagstrum, 1996). Antena memiliki 10 segmen dengan tiga segmen terakhir membesar, membentuk klub tersegmentasi longgar (Bailey, 2007). Imago jantan dan betina dapat dibedakan dari sternit abdomen (Hill, 2002). Menurut Kukovinets *et al.* (2008), imago jantan dan betina dapat dibedakan dengan melihat segmen terakhir (segmen ke 5) dari abdomen bagian ventral; imago

betina memiliki segmen terakhir berwarna kuning, sedangkan imago jantan berwarna coklat. Stemley dan Wilbur (1966 dalam Heinrichs, *et al.*, 1985) menyebutkan bahwa abdomen imago betina memiliki bintik-bintik pucat pada segmen ke-3 dan ke-4, dan seluruhnya pucat pada segmen ke-5; sedangkan imago jantan berwarna gelap pada semua segmen abdomen.

Larva *R. dominica* berwarna putih dan simetris, dengan kepala kecil dan tungkai agak menonjol (Hill, 2002). Tipe larva *R. dominica* ialah scarabaeiform (Rees, 2004 dan Munro, 1966).

2.2.3. Siklus Hidup Hama Bubuk Gabah

Setiap imago betina *R. dominica* mampu bertelur 200-500 telur, tiap-tiap telur diletakkan secara sendiri-sendiri atau berkelompok dengan jumlah telur per kelompok lebih kurang 30 butir (Bailey, 2007). Menurut Navarro dan Noyes (2002), pada suhu 20°C, jumlah telur yang dihasilkan setiap betina yaitu 52-561 selama masa oviposisi berkisar antara 11-38 hari. Telur diletakkan pada permukaan bahan simpanan atau pada celah-celah yang terdapat dipermukaan benih yang kasar. Kebanyakan telur-telur dari *R. dominica* diletakkan pada suhu yang lebih tinggi dan oviposisi terus berlanjut sampai 4 bulan. Telur-telur akan menetas setelah beberapa hari (Hill, 2002). Menurut Robinson (2005), telur *R. dominica* menetas dalam waktu 32 hari pada suhu 18°C, dan 5 hari pada suhu 36°C. Sedangkan menurut Smith dan Frederiksen (2000), telur akan menetas dalam waktu 5-11 hari.

Larva Instar pertama memiliki duri-duri yang khas pada posterior (Hill, 2002). Larva instar pertama tidak dapat melubangi benih yang utuh, larva instar kedua mampu bergerak, tapi larva instar ketiga dan instar berikutnya berbentuk C dan tidak mampu bergerak pada permukaan yang datar (Robinson, 2005). Larva mengalami 3-5 instar dan perkembangannya membutuhkan waktu selama 17 hari (34°C dan 70% RH) pada gandum (Hill, 2002). Menurut Robinson (2005), perkembangan larva *R. dominica* pada gandum dan di dalam biji mengalami 4-5 instar, dan pada roti gandum mengalami 2-7 instar. Perkembangan larva pada roti gandum dengan kelembaban 70% memerlukan waktu 29 hari pada suhu 28°C dan 46 hari pada

suhu 25°C. Sedangkan menurut Smith dan Frederiksen (2000), stadia larva berlangsung selama 25-50 hari, tergantung pada suhu. Perkembangan larva lebih cepat pada butir sereal daripada dalam tepung. Larva yang baru menetas akan memakan debu tepung yang dibuat oleh kumbang dewasa, tapi biasanya larva masuk ke dalam bulir dengan cara mengebor, yang akhirnya terbentuk lubang pada bulir. Larva dapat berkembang dalam bulir gabah yang memiliki kadar air rendah (9%) dengan suhu 34°C, meskipun dapat menyebabkan kematian yang tinggi (Hill, 2002). Hal ini menjelaskan bahwa ada interaksi antara kadar air dan suhu dalam mengendalikan laju perkembangan larva *R. dominica*.

Stadium pupa biasanya terjadi di dalam bulir gabah yang rusak dan membutuhkan waktu selama 3 hari pada suhu 34°C dan kelembaban 70% (Hill, 2002). Menurut Robinson (2005), stadium pupa terjadi di dalam rongga yang diperbesar dari lorong gerak yang dibuat oleh larva pada saat makan. Pada kelembaban 70%, stadium pupa berlangsung selama 5 hari pada suhu 28°C dan 8 hari pada suhu 25°C. Sedangkan menurut Smith dan Frederiksen (2000), stadium pupa berlangsung selama 7-8 hari.

Hama *R. dominica* dewasa tetap berada dalam rongga di dalam bulir selama 3-5 hari sebelum keluar dari dalam bulir. Perkembangan dari telur sampai dewasa (imago) membutuhkan waktu 25 hari pada suhu 34°C dengan mortalitas larva 22%; dan 84 hari pada suhu 22°C dengan mortalitas larva 53%; dan 33 hari pada suhu 28°C dengan mortalitas larva 86% (Robinson, 2005). *R. dominica* dewasa dapat terbang dengan baik, namun tidak dapat menentukan arah dan biasa terbawa oleh hembusan angin. Menurut Smith dan Frederiksen (2000), siklus hidup dari *R. dominica* membutuhkan waktu sekitar 2 bulan, dan ada tiga sampai empat generasi dalam satu tahun. Sedangkan menurut Navarro dan Noyes (2002), *R. dominica* dewasa dapat hidup sampai 7 bulan, dengan suhu optimum untuk perkembangannya antara 32°C sampai 35°C.

2.2.4. Gejala Kerusakan Hama Bubuk Gabah

Hama *R. dominica* merupakan hama utama pada komoditas biji-bijian di tempat penyimpanan (David dan Ananthkrishnan, 2004). Imago dan larva dapat membuat lubang pada biji yang utuh. *R. dominica* juga dapat bertahan hidup dan berkembang pada sisa-sisa bahan simpanan yang telah hancur (Bailey, 2007). Imago memakan bulir dengan menggerak, meninggalkan kerusakan yang khas berupa gigitan yang tidak beraturan pada bagian tepi bulir dan menghasilkan tepung greskan (Navarro dan Noyes, 2002). Mew dan Misra (1994) menyatakan bahwa adanya tepung greskan di dalam tempat penyimpanan mengindikasikan bahwa terjadi infestasi hama *R. dominica* yang berat. Hill (2002) menyatakan bahwa *R. dominica* dewasa menyerang bagian titik tumbuh pada gabah sehingga dapat menyebabkan kerugian ekonomi yang serius. Kerusakan yang disebabkan oleh *R. dominica* memiliki gejala yang khas dan berat. Larva dan kumbang dewasa dapat menyerang titik tumbuh dan endosperm dari gandum. Tanda-tanda terjadinya infestasi oleh *R. dominica* adalah terdapat tepung greskan, lorong-lorong tidak beraturan dan bau manis pada bulir (Canadian Grain Commission, 2009 dalam Anonymous, 2009f).

2.2.5. Arti Penting Hama Bubuk Gabah

Hama *R. dominica* pertama kali teridentifikasi pada tahun 1792 dari spesimen yang diperoleh di Amerika Selatan dalam pengiriman benih padi dan gandum dari India. *R. dominica* merupakan hama utama pada benih padi dan gandum di India (David dan Ananthkrishnan, 2004). *R. dominica* merupakan hama kosmopolitan, khususnya menjadi hama yang sangat serius di daerah panas, kondisi kering di seluruh daerah tropis dan subtropis, dan situasi yang terlindung di daerah beriklim sedang (Subramanyam dan Hagstrum, 1996; Munro, 1966; Taylor, 2004). *R. dominica* merupakan hama primer pada biji-bijian, terutama biji-bijian kecil seperti gandum, sorgum, jagung, millet, dan beras. *R. dominica* merupakan salah satu dari beberapa kumbang yang merupakan hama penting pada padi (Subramanyam dan Hagstrum, 1996). Potter (1935 dalam Edde, et al., 2005) menyatakan bahwa *R. dominica*

merupakan hama yang bersifat polifagus dan dilaporkan dapat memakan berbagai macam tanaman pangan seperti kacang-kacangan, umbi-umbian, ubi-ubian, sereal, dan bahan kemasan yang terbuat dari kayu. Selain itu, hama *R. dominica* juga dapat menyerang komoditi simpanan yang lain seperti tembakau, biskuit, biji kakao, rempah-rempah, umpan rodentisida, daging dan ikan kering (Bailey, 2007).

Selama Perang Dunia I, *R. dominica* menyebabkan kerusakan yang parah pada gandum di Australia dan menyebabkan kerugian yang serius di Amerika Serikat (Munro, 1966). Menurut Kalshoven (1941 dalam Kalshoven, 1981), serangan berat *R. dominica* pada tempat penyimpanan gabah dapat menyebabkan kehilangan hasil sebesar 7 % dalam waktu 6 bulan.

2.2.6. Pengendalian Hama Bubuk Gabah

Pengendalian hama *R. dominica* dapat dilakukan dengan cara alami (non kimiawi) maupun kimiawi. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Wijayaratne *et al.* (2009), menunjukkan bahwa hama *R. dominica* dan *Sitophilus oryzae* dapat dikendalikan dengan menggunakan asap yang dihasilkan dari pembakaran sekam padi. Asap yang dihasilkan dari pembakaran sekam padi mengandung karbon dioksida (CO₂), karbon monoksida (CO), Hidrokarbon dan *Non Methane Volatile Organic Compounds* (NMVOC). Khusus NMVOC dan CO dilaporkan terbentuk dalam kondisi pembakaran yang tidak sempurna. CO₂ dan CO bersifat sebagai racun pernafasan yang dapat menyebabkan kematian pada serangga (Wijayaratne *et al.*, 2009).

Pengendalian *R. dominica* juga dapat dilakukan dengan menggunakan *pheromone trap* (perangkap feromon) seperti yang dilakukan oleh Edde, *et al.* (2005). Edde, *et al.* (2005) menggunakan feromon agregasi yang diproduksi oleh imago jantan dari *R. dominica*. Feromon agregasi yang dihasilkan terdiri dari dua macam yaitu (S)-1-Methylbutyl-(E)-2-methyl-2-pentenoate (disebut *dominicalures-1* [DL-1]) dan (S)-1-Methylbutyl-(E)-2,4-dimethyl-2-pentenoate (disebut *dominicalures-2* [DL-2]) (Kukovinets, *et al.*, 2008).

2.3. Deskripsi Tempurung Kelapa

Indonesia menempati peringkat pertama dalam produksi kelapa dunia yaitu 29% dari total produksi kelapa dunia, kemudian disusul oleh Philipina (27%), India (18%), Brasil (6%), Sri Lanka (4%), Thailand (3%), Mexico (2%), Vietnam (2%), Malaysia (1%), dan Papua New Guinea (1%) (Rieger, 2006). Hal ini membuat ketersediaan tempurung kelapa di Indonesia berlimpah. Umumnya tempurung kelapa di Indonesia dimanfaatkan sebagai kayu bakar atau diolah menjadi arang. Arang tempurung kelapa dapat digunakan sebagai kayu bakar atau diolah menjadi arang aktif yang diperlukan oleh berbagai industri pengolahan. Data *Oil World* pada periode Agustus 2006 mencatat bahwa produksi kelapa dalam negeri mencapai 880 ribu ton dengan persentase tempurung kelapa mencapai 12%. Pada tahun 2005 saja, ketersediaan tempurung kelapa mencapai 105,6 ribu ton (Hambali, dkk., 2007).

Buah kelapa terdiri dari sabut (*ekskarp* dan *mesokarp*), tempurung (*endocarp*), daging buah (*endosperm*), dan air buah (Hambali, dkk., 2007). Komposisi buah kelapa yaitu sabut sebanyak 35%, tempurung sebanyak 12%, daging buah sebanyak 28%, dan air buah sebanyak 25% (Ketaren 1986 dalam Hambali, dkk., 2007).

Tempurung merupakan lapisan keras yang terdiri dari lignin, selulosa, metoksil, dan berbagai mineral. Struktur yang keras disebabkan oleh silika (SiO_2) yang cukup tinggi kadarnya pada tempurung (Hambali, dkk., 2007). Menurut Tilman (1981 dalam Prananta, 2008), tempurung kelapa dikategorikan sebagai kayu keras tetapi mempunyai kadar lignin yang lebih tinggi dan kadar selulosa lebih rendah dengan kadar air sekitar 6-9% (dihitung berdasarkan berat kering).

Menurut Suhardiyono (1988 dalam Prananta, 2008), komposisi kimia dari tempurung kelapa yaitu selulosa (26,6%), hemiselulosa (27,7%), lignin (29,4%), abu (0,6%), uronat anhidrat (3,5%), nitrogen (0,1%), komponen ekstraktif (4,2%), dan air (8,0%). Sedangkan menurut Nurhasanah (2008),

komposisi kimia dari tempurung kelapa yaitu lignin (36,51%), selulosa (33,61%), dan Hemiselulosa (19,27%).

2.4. Deskripsi Asap Tempurung Kelapa

Asap adalah suspensi partikel kecil di udara (aerosol) yang berasal dari pembakaran tak sempurna dari suatu bahan bakar (Anonymous, 2009e). Menurut Nurhasanah (2008), asap diartikan sebagai suatu suspensi partikel-partikel padat dan cair dalam medium gas. Asap yang dihasilkan dari pembakaran tempurung kelapa secara tidak sempurna mengandung beberapa macam senyawa yaitu senyawa fenol sebesar 4,13%, karbonil 11,3%, senyawa asam 10,2%, dan senyawa Hidrokarbon Polisiklik Aromatik (Prananta, 2008 dan Nurhasanah, 2008).

Asap mengandung berbagai senyawa yang terbentuk karena terjadinya pirolisis tiga komponen kayu yaitu selulosa, hemiselulosa dan lignin (Prananta, 2008). Saat ini, asap yang diperoleh dari pembakaran tempurung kelapa secara tidak sempurna dapat diubah menjadi cair dengan cara dikondensasikan menggunakan air sebagai pendingin. Hasil dari kondensasi asap ini akan terbentuk suatu cairan yang disebut dengan asap cair.

2.5. Komponen Asap Tempurung Kelapa

Komponen asap dari tempurung kelapa terdiri dari senyawa fenol, senyawa karbonil, senyawa asam dan senyawa Hidrokarbon Polisiklik Aromatik (Prananta, 2008 dan Nurhasanah, 2008).

Senyawa fenol diduga berperan sebagai antioksidan dengan aksi mencegah proses oksidasi senyawa protein dan lemak sehingga proses pemecahan senyawa tersebut tidak terjadi dan memperpanjang masa simpan produk yang diasapkan. Senyawa fenol yang terdapat dalam asap tempurung kelapa adalah guaiakol dan siringol (Nurhasanah, 2008). Senyawa-senyawa fenol yang terdapat dalam asap kayu umumnya hidrokarbon aromatik yang tersusun dari cincin benzena dengan sejumlah gugus hidroksil yang terikat. Senyawa-senyawa fenol ini juga dapat mengikat gugus-gugus lain seperti aldehid, keton, asam dan ester (Maga, 1988 dalam Prananta, 2008).

Senyawa karbonil berperan pada cita rasa dan pewarnaan pada produk yang diasap. Golongan senyawa ini mempunyai aroma seperti aroma karamel yang unik. Jenis senyawa karbonil yang ada dalam asap tempurung kelapa antara lain vanillin dan siringaldehida (Prananta, 2008).

Senyawa-senyawa asam mempunyai peranan sebagai antibakteri dan membentuk cita rasa produk asapan. Senyawa asam ini antara lain adalah asam asetat, propionat, butirrat dan valerat (Prananta, 2008). Menurut Nurhasanah (2008), senyawa asam bersama-sama senyawa fenol dan karbonil secara sinergis sebagai antimikroba sehingga dapat menghambat penguraian dan pembusukan produk yang diasap. Senyawa asam yang banyak terkandung dalam asap tempurung kelapa adalah turunan asam karboksilat seperti furfural, furan, dan asam asetat glasial.

Senyawa Hidrokarbon Polisiklik Aromatik (HPA) dapat terbentuk pada proses pirolisis kayu. Senyawa HPA seperti *benzo(a)pirena* merupakan senyawa yang memiliki pengaruh buruk karena bersifat karsinogen. Terbentuknya berbagai senyawa HPA selama pembuatan asap tergantung dari beberapa hal seperti temperatur pirolisis, waktu dan kelembaban udara pada proses pembuatan asap serta kandungan udara dalam kayu (Girard, 1992 dalam Prananta, 2008).



III. METODOLOGI

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hama, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, mulai bulan April 2010 sampai dengan bulan Agustus 2010.

3.2. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tungku pengasapan, kotak pengasapan, van gabah, timbangan analitik, mikroskop, cawan petri (d=9 cm), tabung plastik transparan (t=8 cm dan d=4 cm), tabung kaca transparan (t=9 cm dan d=6,5 cm), kuas ukuran 1 dan 2, *hand counter*, nampan plastik, *stopwatch*, *Thermohyrometer* dan *Moisture Tester*.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 20 kg gabah varietas Ciherang yang baru dipanen (bahan uji), 5 kg gabah varietas IR 64 (bahan pakan), 0,25 kg tepung beras (bahan pakan), 20 kg tempurung kelapa, 0,25 l minyak tanah, kain kasa, kantong kain kasa, kertas label, air, dan kertas tissue.

3.3. Persiapan Penelitian

Persiapan penelitian meliputi beberapa kegiatan sebagai berikut :

1. Rearing Hama *Rhyzopertha dominica*

Rearing *R. dominica* dimulai bulan Februari 2010 sampai diperoleh imago yang siap digunakan sebagai sumber infestasi (berumur 1-2 minggu). Langkah-langkah dalam rearing *R. dominica* menurut Heinrichs, *et al.* (1985) adalah sebagai berikut:

1. Gabah varietas IR 64 ditimbang sebanyak 600 g dan diletakkan pada nampan plastik
2. Gabah varietas IR 64 dicampur dengan tepung beras sebanyak 2 g dan diaduk merata
3. Diinfestasi dengan imago *R. dominica* sebanyak 200 ekor

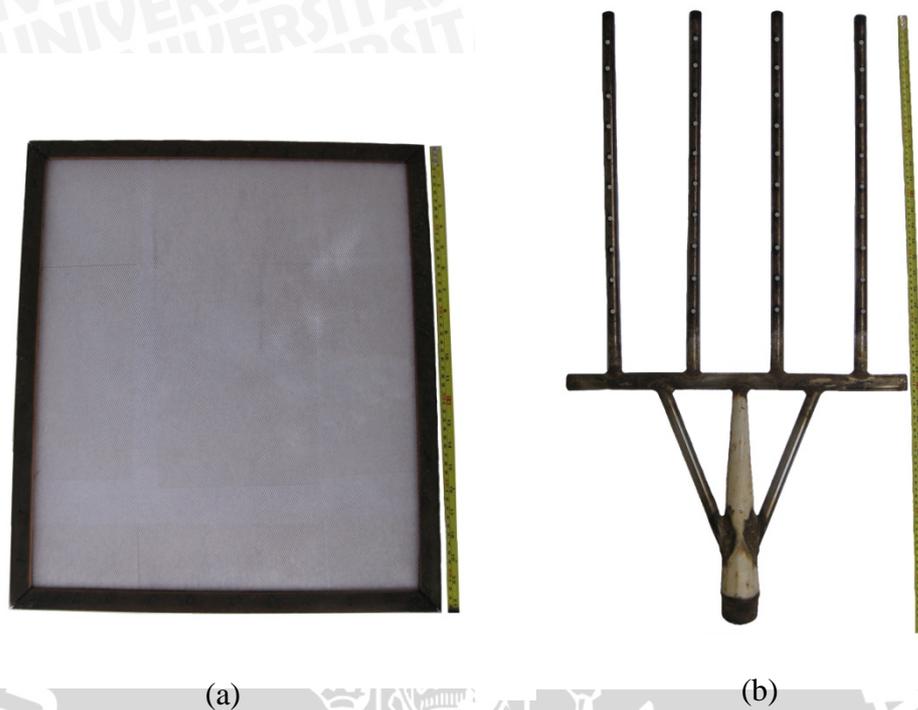
- Nampan ditutup dengan kain kasa dan dimasukkan dalam kotak rearing yang memiliki suhu $28^{\circ}\text{-}32^{\circ}\text{C}$ dan kelembaban 60-80%.

2. Pembuatan Alat Pengasapan

Tungku pengasapan berbentuk tabung terbuat dari besi plat (tebal 1,2 mm) dengan tinggi 70 cm dan diameter 50 cm (Gambar 1a). Kotak pengasapan terbuat dari seng plat (tebal 0,3 mm) dengan ukuran panjang 50 cm, lebar 50 cm dan tinggi 100 cm (Gambar 1b). Van gabah terbuat dari kawat jaring yang dibingkai kayu dengan ukuran 45 cm x 45 cm (Gambar 2a). Pipa saluran asap terbuat dari pipa besi berdiameter 2 cm dan panjang 50 cm. Bentuk pipa saluran asap seperti garpu dan terdapat lubang-lubang asap berdiameter 0,5 cm (Gambar 2b).



Gambar 1. a) Tungku Pengasapan; b) Kotak Pengasapan



Gambar 2. a) Van Gabah; b) Pipa Saluran Asap

3. Pengeringan Gabah

Gabah bersih diambil dari gabah yang baru di panen dan dikeringkan dibawah sinar matahari selama 2-3 hari (rata-rata 3-4 jam/hari) sehingga mencapai kadar air 13-14% (Anonymous, 2009g). Penjemuran gabah dilakukan mulai pukul 08.00-11.00 (Anonymous, 2009h).

3.4. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan lama pengasapan. Perlakuan terdiri dari empat macam yaitu pengasapan selama 0 jam (kontrol), 1 jam, 2 jam dan 3 jam. Masing-masing perlakuan terdiri dari 4 ulangan.

3.5. Pelaksanaan Penelitian

Tempurung kelapa dipecah kecil-kecil agar mudah dimasukkan dalam alat pengasapan. Tempurung kelapa kemudian dibakar dan asap pembakaran disalurkan ke dalam kotak pengasapan sehingga memenuhi seluruh ruang dalam kotak pengasapan.

Gabah bersih ditimbang sebanyak 1 kg dan diletakkan pada van gabah secara merata kemudian diletakkan dalam kotak pengasapan. Lama pengasapan pada gabah yaitu 0 jam (kontrol), 1 jam, 2 jam, dan 3 jam. Setiap 30 menit dilakukan pengadukan gabah agar pengasapan merata.

Penelitian ini terdiri dari 2 macam pengujian yaitu :

1. Uji Mortalitas Imago *R. dominica*

Gabah yang telah diasapi, ditimbang sebanyak 20 g dan dimasukkan dalam tabung kaca transparan. Hama *R. dominica* yang digunakan adalah stadium dewasa/imago berumur 1-2 minggu. Masing-masing tabung kaca diinfestasi dengan 25 ekor *R. dominica*. Setelah diinfestasi, tabung kaca ditutup dengan kain kasa agar tidak terkontaminasi oleh serangga lain. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 4 kali.

Pengamatan dilakukan sebanyak 7 kali yaitu 1 Hari Setelah Infestasi (HSI), 2 HSI, 3 HSI, 4 HSI, 5 HSI, 6 HSI dan 7 HSI.

2. Uji Populasi *R. dominica*

Gabah yang telah diasapi, dihitung sebanyak 200 bulir dan dimasukkan ke dalam tabung plastik transparan.

Hama *R. dominica* yang digunakan adalah stadium dewasa/imago berumur 1-2 minggu. Masing-masing tabung plastik diinfestasi dengan 10 ekor hama *R. dominica* terdiri dari 5 jantan dan 5 betina (Wijayaratne, *et al.*, 2009). Setelah diinfestasi, tabung plastik ditutup dengan kain kasa agar tidak terkontaminasi oleh serangga lain. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 4 kali.

Pengamatan dilakukan sebanyak 8 kali yaitu 3 HSI, 1 Minggu Setelah Infestasi (MSI), 2 MSI, 3 MSI, 1 Bulan Setelah Infestasi (BSI), 2 BSI, 3 BSI dan 4 BSI.

3.6. Variabel Pengamatan

1. Mortalitas Imago *R. dominica*

Untuk menghitung mortalitas imago *R. dominica*, dilakukan pengamatan terhadap jumlah imago *R. dominica* yang mati pada masing-masing perlakuan. Mortalitas imago *R. dominica* dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$M = \frac{\sum R. dominica \text{ yang mati}}{\sum \text{seluruh } R. dominica \text{ yang diamati}} \times 100\%$$

dengan M adalah mortalitas imago *R. dominica* yang dinyatakan dalam persen (%)

Jika terdapat kematian imago *R. dominica* pada kontrol, mortalitas *R. dominica* dikoreksi menggunakan rumus Abbot (1925):

$$\% \text{ Mortalitas terkoreksi} = \frac{X - Y}{X} \times 100\%$$

dengan X adalah jumlah imago *R. dominica* yang hidup pada kontrol dan Y adalah jumlah imago *R. dominica* yang hidup pada perlakuan.

2. Populasi Total *R. dominica*

Untuk mengetahui populasi total dari *R. dominica* pada masing-masing perlakuan, dilakukan penghitungan terhadap jumlah telur, jumlah larva, jumlah pupa dan jumlah imago baru yang muncul.

3. Intensitas Kerusakan Gabah akibat Serangan Hama *R. dominica*

Untuk mengetahui intensitas kerusakan gabah akibat serangan *R. dominica*, dilakukan pengamatan terhadap jumlah bulir gabah yang rusak akibat serangan hama *R. dominica* pada setiap pengamatan. Menurut Tarigan (2006), Intensitas serangan dihitung dengan cara menghitung total jumlah bulir gabah dan gabah yang mengalami kerusakan dengan rumus:

$$IK = \frac{\sum \text{bulir gabah yang rusak}}{\sum \text{seluruh gabah yang diamati}} \times 100\%$$

dengan IK adalah Intensitas kerusakan yang dinyatakan dalam persen (%)

4. Daya Kecambah Gabah

Daya kecambah benih diperoleh dari perbandingan benih-benih yang membentuk kecambah normal dengan jumlah benih yang dikecambahkan (Mugnisjah dan Setiawan, 1995). Metode pengujian yang digunakan yaitu metode bak kecambah dengan jumlah benih yang diuji sebanyak 100 butir untuk setiap pengujian. Pengamatan dilakukan terhadap kecambah normal, abnormal dan mati yang diamati pada 3 hari setelah dikecambahkan dan selanjutnya 2 hari sekali sampai perkecambahan konstan (± 11 hari). Untuk menghitung daya kecambah benih dapat menggunakan rumus :

$$DC = \frac{\sum \text{benih berkecambah normal}}{\sum \text{seluruh benih yang disemai}} \times 100\%$$

dengan DC adalah Daya kecambah benih yang dinyatakan dalam persen (%)

3.7. Analisis Data

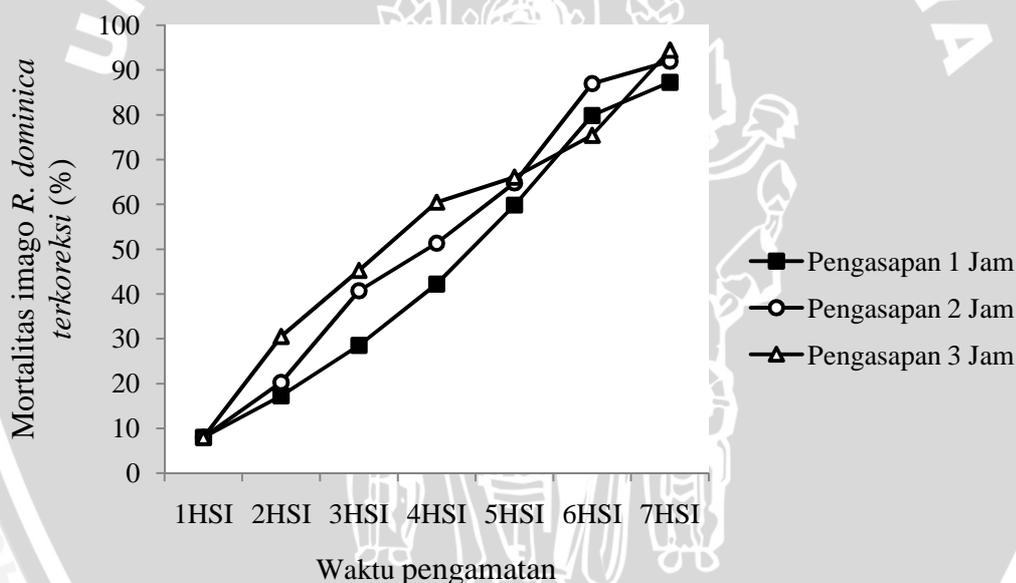
Data pengamatan di analisis menggunakan ANOVA dengan taraf kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$), dan apabila terdapat perbedaan dilanjutkan dengan uji BNT/LSD (*Least Significant Difference*) atau Duncan/DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) dengan taraf kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$) untuk melihat perbedaan antar perlakuan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengaruh Lama Pengasapan Gabah Terhadap Mortalitas Imago *Rhyzopertha dominica*

4.1.1. Laju Peningkatan Mortalitas Imago *R. dominica*

Hasil analisis ragam mortalitas imago *R. dominica* menunjukkan bahwa lama pengasapan gabah tidak berpengaruh terhadap tingkat mortalitas imago *R. dominica* (Tabel Lampiran 1-7), namun perlakuan pengasapan gabah dapat menyebabkan mortalitas imago *R. dominica*. Rerata mortalitas imago *R. dominica* akibat perlakuan pengasapan gabah, semakin meningkat pada setiap pengamatan (Gambar 3).



Gambar 3. Grafik Peningkatan Mortalitas Imago *R. dominica* Terkoreksi Setiap Perlakuan Pengasapan Gabah

Gambar 3 menunjukkan bahwa, perlakuan pengasapan gabah selama 1 jam, 2 jam dan 3 jam, menyebabkan mortalitas imago *R. dominica* semakin meningkat pada setiap pengamatan.

Hasil analisis ragam laju peningkatan mortalitas imago *R. dominica* menunjukkan bahwa, lama pengasapan gabah tidak berpengaruh terhadap laju

peningkatan mortalitas imago *R. dominica* (Tabel Lampiran 8). Rerata laju peningkatan mortalitas imago *R. dominica* terkoreksi tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Rerata Laju Peningkatan Mortalitas Imago *R. dominica* Terkoreksi Akibat Pengaruh Pengasapan Gabah

No.	Lama pengasapan	Rerata laju peningkatan mortalitas imago <i>R. dominica</i> (%)
1	1 Jam	13,20a
2	2 Jam	13,99a
3	3 Jam	14,41a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata taraf $\alpha=0,05$; data ditransformasi menggunakan rumus $\sqrt{(X+0,5)}$ untuk keperluan analisis statistik

Pada Tabel 1 terlihat bahwa rerata laju peningkatan mortalitas imago *R. dominica* secara statistik, tidak berbeda nyata antar perlakuan.

4.1.2. Nilai *Lethal Time 50* (LT₅₀) Perlakuan Lama Pengasapan Gabah Terhadap Imago *R. dominica*

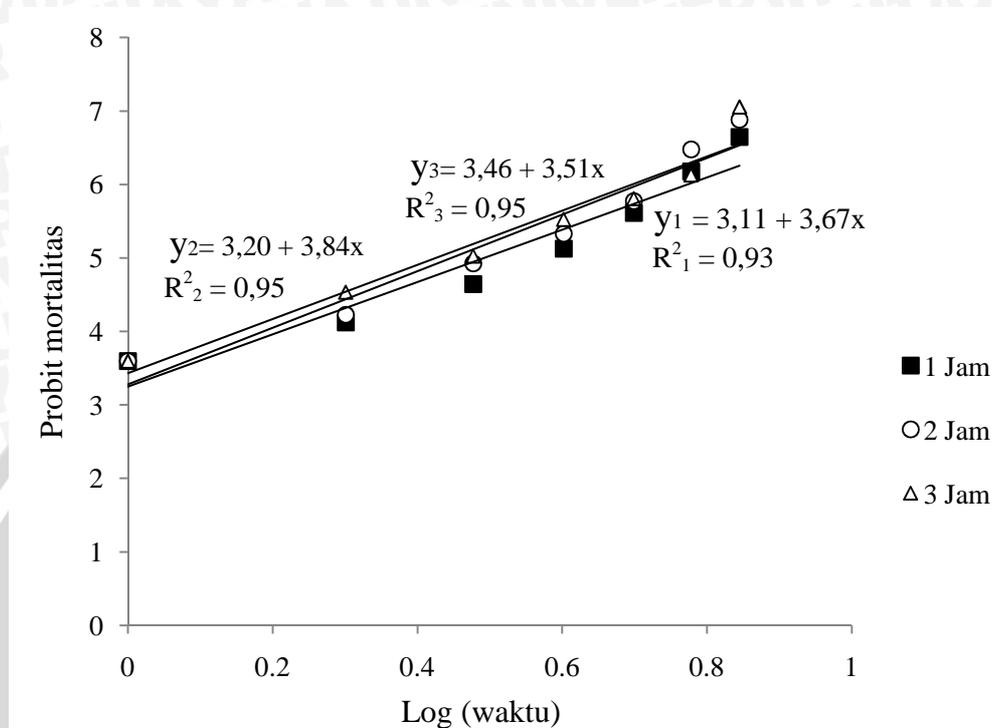
Nilai LT₅₀ perlakuan lama pengasapan gabah terhadap imago *R. dominica*, tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai LT₅₀ Perlakuan Lama Pengasapan Gabah Terhadap Imago *R. dominica*

No.	Lama pengasapan	LT ₅₀ (Hari)	Persamaan regresi	R ²
1.	1 Jam	3,28	$y_1 = 3,11 + 3,67x$	0,93
2.	2 Jam	2,96	$y_2 = 3,20 + 3,84x$	0,95
3.	3 Jam	2,75	$y_3 = 3,46 + 3,51x$	0,95

Pada Tabel 2 terlihat bahwa, nilai LT₅₀ perlakuan pengasapan gabah mulai dari yang tertinggi sampai yang terendah berturut-turut yaitu perlakuan pengasapan 1 jam (3,28 hari), perlakuan pengasapan 2 jam (2,96 hari) dan perlakuan pengasapan 3 jam (2,75 hari). Hal ini menunjukkan bahwa, semakin lama pengasapan pada gabah, semakin cepat waktu yang dibutuhkan untuk mencapai 50% mortalitas imago *R. dominica*.

Hubungan antara Log (waktu) dengan probit mortalitas imago *R. dominica* tersaji pada Gambar 4.

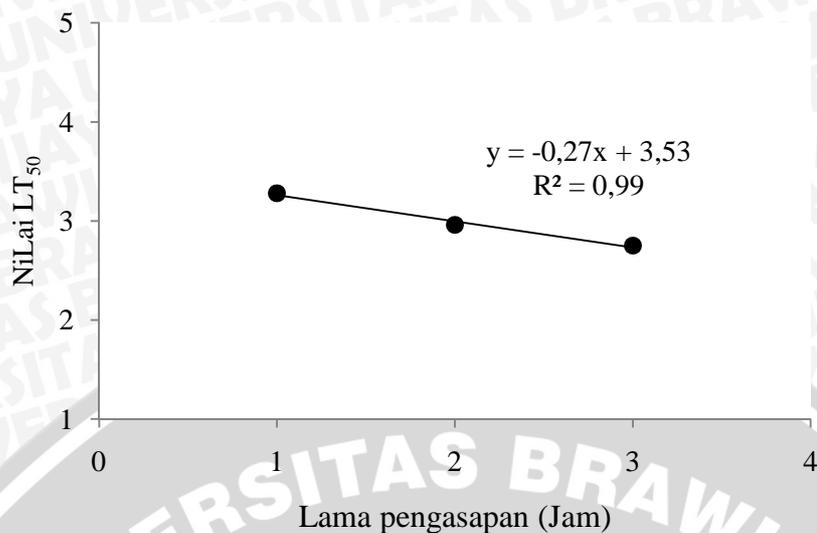


Gambar 4. Grafik Hubungan antara Log (waktu) dengan Probit Mortalitas Imago *R. dominica*

Gambar 4 menunjukkan bahwa mortalitas imago *R. dominica* akibat perlakuan pengasapan gabah, berkaitan erat dengan lama waktu imago *R. dominica* berada dalam gabah yang diasapi. Hal ini dapat diketahui dari nilai koefisien korelasi (R^2) perlakuan pengasapan 1 jam, 2 jam dan 3 jam, berturut-turut yaitu 0,93, 0,95 dan 0,95. Semakin lama imago *R. dominica* diinkubasi dalam gabah yang diasapi, mortalitas imago *R. dominica* akan semakin meningkat.

4.1.3. Hubungan Antara Lama Pengasapan dengan *Lethal Time 50* (LT_{50})

Lama pengasapan gabah berpengaruh terhadap lama waktu yang dibutuhkan untuk menyebabkan 50% mortalitas imago *R. dominica* (LT_{50}). Hubungan antara lama pengasapan gabah dengan LT_{50} , tersaji pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Hubungan Antara Lama Pengasapan dengan Nilai LT₅₀ Perlakuan Pengasapan Terhadap Imago *R. dominica*

Pada Gambar 5 terlihat bahwa, lama pengasapan gabah berkaitan erat dengan waktu yang dibutuhkan untuk menyebabkan 50% mortalitas imago *R. dominica*. Hal ini dapat diketahui dari nilai koefisien korelasi (R^2) yaitu 0,99.

Kematian imago *R. dominica* diduga disebabkan oleh kandungan senyawa fenol dan karbonil dari asap pembakaran tempurung kelapa, yang melekat pada permukaan bulir gabah. Pengasapan gabah menyebabkan gabah berubah warna, dari kuning menjadi kuning kecoklatan dan beraroma asap (Gambar 6). Ruiters (1979 dalam Prananta, 2008) menyatakan bahwa, senyawa karbonil yang terkandung dalam asap, mempunyai efek terbesar dalam pembentukan warna coklat pada produk asapan. Senyawa fenol juga memberikan kontribusi dalam pembentukan warna coklat pada produk yang diasap meskipun intensitasnya tidak sebesar karbonil. Senyawa karbonil dan fenol juga dapat memberi aroma dan rasa pada bahan yang diasapi (Anonymous, 2010a).



Gambar 6. Kenampakan Bulir Gabah Setelah Pengasapan; a) Kontrol; b) Pengasapan 1 Jam; c) Pengasapan 2 Jam; d) Pengasapan 3 Jam

Dykes *et al.* (2005) menyatakan bahwa, senyawa fenol dapat melindungi tanaman dari serangan serangga dan penyakit. Senyawa fenol diketahui dapat mempengaruhi proses pencernaan serangga tergantung dari dosis senyawa fenol tersebut (Banu, *et al.*, 2007). White *et al.* (1990 dalam Sinha, *et al.*, 2000) menyatakan bahwa, karbon dioksida (CO_2) yang terdapat dalam asap dapat digunakan untuk membunuh serangga yang menyerang bahan dalam simpanan. CO_2 dan CO bersifat sebagai racun pernafasan yang dapat menyebabkan kematian pada serangga (Wijayaratne *et al.*, 2009). CO dan CO_2 merupakan senyawa yang termasuk dalam golongan karbonil anorganik (Anonymous, 2010b).

Asap merupakan sumber CO_2 termurah. Desa-desa di India telah sejak lama menggunakan asap dapur untuk melindungi biji-biji jagung dari serangan serangga hama dari musim ke musim (Sinha *et al.*, 2000). Hill (2002) menyatakan bahwa campuran konsentrasi tar, fenol dan senyawa kimia lainnya yang melapisi produk asapan, memiliki efek penghambatan yang kuat terhadap hama dan mikro-organisme.

4.2. Pengaruh Lama Pengasapan Gabah Terhadap Populasi *Rhyzopertha dominica*

Hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan pengasapan berpengaruh terhadap populasi total *R. dominica* (Tabel Lampiran 9-16). Rerata populasi total *R. dominica* pengamatan 3HSI tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Rerata Populasi Total *R. dominica* Pengamatan 3HSI

No.	Lama pengasapan	Rerata populasi total <i>R. dominica</i> (ekor)
1.	0 Jam (kontrol)	3,00a
2.	1 Jam	2,25a
3.	2 Jam	1,25a
4.	3 Jam	1,75a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata taraf $\alpha=0,05$; data ditransformasi menggunakan rumus $\sqrt{(X+0,5)}$ untuk keperluan analisis statistik

Pada Tabel 3 terlihat bahwa, rerata populasi total *R. dominica* pada perlakuan pengasapan 1 jam, 2 jam dan 3 jam, tidak berbeda nyata antar perlakuan dan kontrol.

Rerata populasi total *R. dominica* pengamatan 1MSI, tersaji pada Tabel 4.

Tabel 4. Rerata Populasi Total *R. dominica* Pengamatan 1MSI

No.	Lama pengasapan	Rerata populasi total <i>R. dominica</i> (ekor)
1.	0 Jam (kontrol)	8,25b
2.	1 Jam	2,50ab
3.	2 Jam	5,50b
4.	3 Jam	0,00a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf $\alpha=0,05$; data ditransformasi menggunakan rumus $\sqrt{(X+0,5)}$ untuk keperluan analisis statistik

Pada Tabel 4 Terlihat bahwa, Rerata populasi total *R. dominica* pada perlakuan pengasapan 3 jam, berbeda nyata dengan perlakuan pengasapan 2 jam dan kontrol.

Rerata populasi total *R. dominica* pengamatan 2MSI, tersaji pada Tabel 5.

Tabel 5. Rerata Populasi Total *R. dominica* Pengamatan 2MSI

No.	Lama pengasapan	Rerata populasi total <i>R. dominica</i> (ekor)
1.	0 Jam (kontrol)	5,75c
2.	1 Jam	3,50bc
3.	2 Jam	2,00b
4.	3 Jam	0,25a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf $\alpha=0,05$; data ditransformasi menggunakan rumus $\sqrt{(X+0,5)}$ untuk keperluan analisis statistik

Pada Tabel 5 terlihat bahwa, rerata populasi total *R. dominica* pada perlakuan pengasapan 3 jam, berbeda nyata dengan perlakuan pengasapan 1 jam, 2 jam dan kontrol. Rerata populasi total *R. dominica* pada perlakuan pengasapan 2 jam, berbeda nyata dengan kontrol.

Rerata populasi total *R. dominica* pengamatan 3MSI, tersaji pada Tabel 6.

Tabel 6. Rerata Populasi Total *R. dominica* Pengamatan 3MSI

No.	Lama pengasapan	Rerata populasi total <i>R. dominica</i> (ekor)
1.	0 Jam (kontrol)	0,75a
2.	1 Jam	3,25b
3.	2 Jam	0,25a
4.	3 Jam	0,00a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf $\alpha=0,05$; data ditransformasi menggunakan rumus $\sqrt{(X+0,5)}$ untuk keperluan analisis statistik

Pada Tabel 6 terlihat bahwa, rerata populasi total *R. dominica* pada perlakuan pengasapan 1 jam, berbeda nyata dengan perlakuan pengasapan 2 jam, 3 jam dan kontrol.

Rerata populasi total *R. dominica* pengamatan 4MSI, tersaji pada Tabel 7.

Tabel 7. Rerata Populasi Total *R. dominica* Pengamatan 4MSI

No	Lama pengasapan	Rerata populasi total <i>R. dominica</i> (ekor)
1	0 Jam (kontrol)	2,25a
2	1 Jam	3,25a
3	2 Jam	2,00a
4	3 Jam	2,00a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata taraf $\alpha=0,05$; data ditransformasi menggunakan rumus $\sqrt{(X+0,5)}$ untuk keperluan analisis statistik

Pada Tabel 7 terlihat bahwa, rerata populasi total *R. dominica* pada perlakuan pengasapan 1 jam, 2 jam dan 3 jam, tidak berbeda nyata antar perlakuan dan kontrol.

Rerata populasi total *R. dominica* pengamatan 2BSI, tersaji pada Tabel 8.

Tabel 8. Rerata Populasi Total *R. dominica* Pengamatan 2BSI

No	Lama pengasapan	Rerata populasi total <i>R. dominica</i> (ekor)
1	0 Jam (kontrol)	13,00b
2	1 Jam	3,25a
3	2 Jam	0,00a
4	3 Jam	0,00a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf $\alpha=0,05$; data ditransformasi menggunakan rumus $\sqrt{(X+0,5)}$ untuk keperluan analisis statistik

Pada Tabel 8 terlihat bahwa, rerata populasi total *R. dominica* pada perlakuan pengasapan 1 jam, 2 jam dan 3 jam, berbeda nyata dengan kontrol. Rerata populasi total *R. dominica* pada perlakuan pengasapan 1 jam, 2 jam dan 3 jam, tidak berbeda nyata antar perlakuan.

Rerata populasi total *R. dominica* pengamatan 3BSI, tersaji pada Tabel 9.

Tabel 9. Rerata Populasi Total *R. dominica* Pengamatan 3BSI

No	Lama pengasapan	Rerata populasi total <i>R. dominica</i> (ekor)
1	0 Jam (kontrol)	11,50b
2	1 Jam	2,75a
3	2 Jam	0,00a
4	3 Jam	0,00a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf $\alpha=0,05$; data ditransformasi menggunakan rumus $\sqrt{(X+0,5)}$ untuk keperluan analisis statistik

Pada Tabel 9 terlihat bahwa, rerata populasi total *R. dominica* pada perlakuan pengasapan 1 jam, 2 jam dan 3 jam, berbeda nyata dengan kontrol. Rerata populasi total *R. dominica* pada perlakuan pengasapan 1 jam, 2 jam dan 3 jam, tidak berbeda nyata antar perlakuan.

Rerata populasi total *R. dominica* pengamatan 4BSI, tersaji pada Tabel 10.

Tabel 10. Rerata Populasi Total *R. dominica* Pengamatan 4BSI

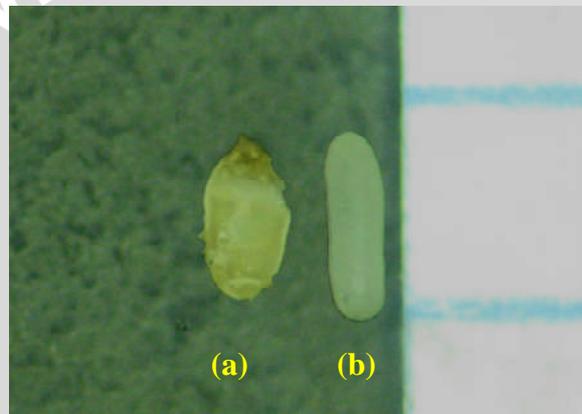
No	Lama pengasapan	Rerata populasi total <i>R. dominica</i> (ekor)
1	0 Jam (kontrol)	7,75c
2	1 Jam	2,50b
3	2 Jam	0,00a
4	3 Jam	0,00a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf $\alpha=0,05$; data ditransformasi menggunakan rumus $\sqrt{(X+0,5)}$ untuk keperluan analisis statistik

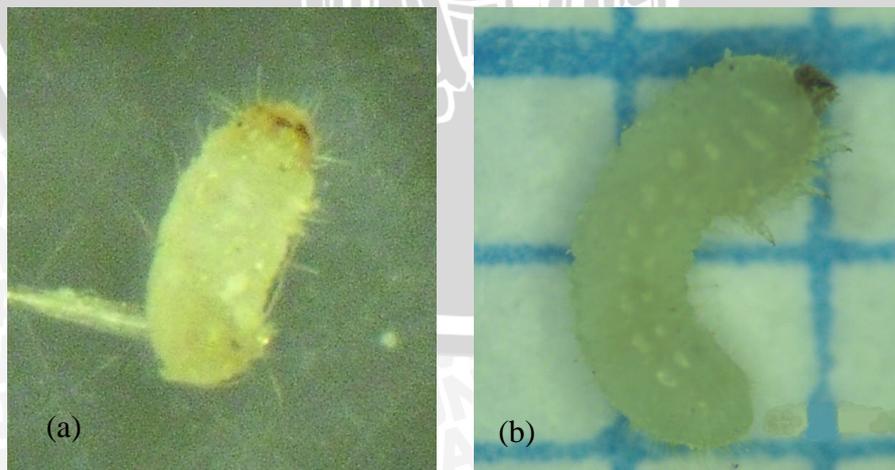
Pada Tabel 10 terlihat bahwa, rerata populasi total *R. dominica* pada perlakuan pengasapan 2 jam dan 3 jam, berbeda nyata dengan perlakuan pengasapan 1 jam dan kontrol. Perlakuan pengasapan 2 jam dan 3 jam, tidak berbeda nyata antar perlakuan. Perlakuan pengasapan 1 jam, berbeda nyata dengan kontrol.

Pada seluruh pengamatan (3HSI-4BSI) menunjukkan bahwa, populasi total *R. dominica* pada perlakuan pengasapan 1 jam, 2 jam dan 3 jam, lebih rendah

daripada populasi total *R. dominica* pada kontrol. Hal ini diduga, konsentrasi senyawa-senyawa asap yang melapisi gabah, berpengaruh terhadap telur, larva dan imago *R. dominica*. Senyawa-senyawa yang terkandung dalam asap pembakaran tempurung kelapa seperti fenol dan karbonil, dapat menyebabkan kerusakan telur, kematian larva dan imago *R. dominica*. Gejala kerusakan telur *R. dominica* akibat perlakuan pengasapan yaitu telur tidak menetas, kempes dan berwarna kuning pucat (Gambar 7). Gejala kematian Larva *R. dominica* akibat perlakuan pengasapan yaitu larva kering dan berwarna kuning pucat pada bagian anterior dan posterior (Gambar 8). Gejala kematian imago *R. dominica* akibat perlakuan pengasapan tidak menunjukkan gejala yang khas.



Gambar 7. Telur *R. dominica*; a) Telur Rusak; b) Telur Tidak Rusak



Gambar 8. Larva *R. dominica*; a) Larva Mati; b) Larva Hidup

Walker (1988 dalam Hodges *et al.*, 2004) menyatakan bahwa, senyawa fenol yang dihasilkan dari pengasapan gabah selama proses pengeringan dapat merusak telur dan larva kumbang. Syaefullah (2004) menyatakan bahwa CO₂ mampu membunuh serangga pada setiap fase pertumbuhannya. Pada suhu sekitar 30°C, udara ruang dengan konsentrasi CO₂ lebih dari 35% mampu memusnahkan semua serangga hanya dalam waktu 10 hari. Ryan, *et al.* (2006 dalam Sekhon, *et al.*, 2009) menyatakan bahwa, CO₂ merupakan bahan alternatif yang potensial sebagai pengganti *methyl bromide* karena tidak menghasilkan residu berbahaya, efektif dalam membunuh serangga pada semua stadium dan dapat digunakan untuk penyimpanan produk dalam jangka panjang.

4.3. Pengaruh Lama Pengasapan Gabah Terhadap Intensitas Kerusakan Gabah Akibat Serangan *Rhizopertha dominica*

Kerusakan gabah akibat serangan *R. dominica*, baru terlihat pada saat pengamatan 2BSI, 3BSI dan 4BSI. Pengamatan 3HSI, 1MSI, 2MSI, 3MSI dan 4MSI, tidak ditemukan adanya gabah yang rusak akibat serangan *R. dominica*. Hasil analisis menunjukkan bahwa, perlakuan pengasapan gabah berpengaruh terhadap intensitas kerusakan gabah akibat serangan *R. dominica* (Tabel Lampiran 17-19). Rerata intensitas kerusakan gabah akibat serangan *R. dominica* pengamatan 2BSI, tersaji pada Tabel 11.

Tabel 11. Rerata Intensitas Kerusakan Gabah Akibat Serangan *R. dominica* Pengamatan 2BSI

No	Lama pengasapan	Rerata intensitas kerusakan gabah (%)
1	0 Jam (kontrol)	0,50b
2	1 Jam	0,00a
3	2 Jam	0,00a
4	3 Jam	0,00a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf $\alpha=0,05$; data ditransformasi menggunakan rumus $\sqrt{(X+0,5)}$ untuk keperluan analisis statistik

Pada Tabel 11 terlihat bahwa, rerata intensitas kerusakan gabah akibat serangan *R. dominica* pada perlakuan pengasapan 1 jam, 2 jam dan 3 jam, berbeda

nyata dengan kontrol. Perlakuan pengasapan 1 jam, 2 jam dan 3 jam, tidak berbeda nyata antar perlakuan. Pada perlakuan pengasapan 1 jam, 2 jam dan 3 jam, tidak terjadi kerusakan pada gabah.

Rerata intensitas kerusakan gabah akibat serangan *R. dominica* pengamatan 3BSI, tersaji pada Tabel 12.

Tabel 12. Rerata Intensitas Kerusakan Gabah Akibat Serangan *R. dominica* Pengamatan 3BSI

No	Lama pengasapan	Rerata intensitas kerusakan gabah (%)
1	0 Jam (kontrol)	1,50b
2	1 Jam	0,75ab
3	2 Jam	0,00a
4	3 Jam	0,00a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf $\alpha=0,05$; data ditransformasi menggunakan rumus $\sqrt{(X+0,5)}$ untuk keperluan analisis statistik

Pada Tabel 12 terlihat bahwa, rerata intensitas kerusakan gabah akibat serangan *R. dominica* pada perlakuan pengasapan 2 jam dan 3 jam, berbeda nyata dengan kontrol. Perlakuan pengasapan 1 jam, 2 jam dan 3 jam, tidak berbeda nyata antar perlakuan. Pada perlakuan pengasapan 2 jam dan 3 jam, tidak terjadi kerusakan pada gabah

Rerata intensitas kerusakan gabah akibat serangan *R. dominica* pengamatan 4BSI, tersaji pada Tabel 13.

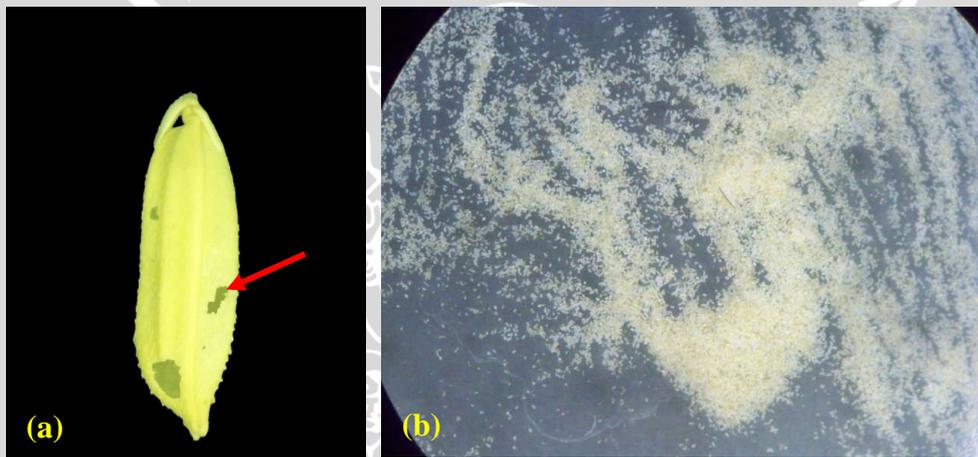
Tabel 13. Rerata Intensitas Kerusakan Gabah Akibat Serangan *R. dominica* Pengamatan 4BSI

No	Lama pengasapan	Rerata intensitas kerusakan gabah (%)
1	0 Jam (kontrol)	1,75b
2	1 Jam	0,75ab
3	2 Jam	0,00a
4	3 Jam	0,00a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf $\alpha=0,05$; data ditransformasi menggunakan rumus $\sqrt{(X+0,5)}$ untuk keperluan analisis statistik

Pada Tabel 13 terlihat bahwa, rerata intensitas kerusakan gabah akibat serangan *R. dominica* pada perlakuan pengasapan 2 jam dan 3 jam, berbeda nyata dengan kontrol. Perlakuan pengasapan 1 jam, 2 jam dan 3 jam, tidak berbeda nyata antar perlakuan. tidak terjadi kerusakan pada gabah.

Gejala serangan *R. dominica* dapat diketahui dengan melihat gejala kerusakan pada gabah dan sisa gerkkan yang ditinggalkan oleh *R. dominica*. Gejala kerusakan gabah akibat serangan *R. dominica* yaitu gabah berlubang, hampa dan terdapat gerkkan tidak beraturan (Gambar 9a). Sisa gerkkan yang ditinggalkan oleh *R. dominica* merupakan campuran antara tepung gerkkan dan kotoran *R. dominica* (Gambar 9b). Dalam bulir gabah yang terserang, biasa terdapat imago *R. dominica* yang sedang menggerek (Gambar 10).



Gambar 9. Gejala Serangan *R. dominica* pada Gabah; a) Gabah berlubang dan Hampa ; b) Tepung Gerkkan dan Kotoran *R. dominica*



Gambar 10. Imago *R. dominica* Sedang Menggerek Bulir Gabah

Kerusakan gabah disebabkan oleh stadium larva dan imago *R. dominica*. Hal ini dapat diketahui dari populasi larva dan imago baru *R. dominica* yang terbentuk pada pengamatan 2BSI, 3BSI dan 4BSI. Rerata populasi larva dan imago baru *R. dominica* pengamatan 2BSI, 3BSI dan 4BSI, tersaji pada Tabel 14.

Tabel 14. Rerata Populasi Larva dan Imago Baru *R. dominica* Pengamatan 2BSI, 3BSI dan 4BSI

Lama pengasapan	Rerata populasi larva dan imago baru <i>R. dominica</i> (ekor)					
	2BSI		3BSI		4BSI	
	Larva	Imago	Larva	Imago	Larva	Imago
0 Jam (kontrol)	12,50	0,50	9,75	1,25	4,25	2,50
1 Jam	0,50	0,00	1,75	1,00	1,50	1,00
2 Jam	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3 Jam	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Keterangan : BSI = Bulan Setelah Infestasi

Pada Tabel 14 terlihat bahwa, rerata populasi larva dan imago baru *R. dominica* pada kontrol, lebih tinggi daripada perlakuan pengasapan 1 jam, 2 jam dan 3 jam. Pada perlakuan pengasapan 2 jam dan 3 jam, tidak terdapat larva maupun imago baru *R. dominica*.

Suparjo (2010) Menyatakan bahwa, stadium larva dan imago *R. dominica* aktif merusak bahan dalam simpanan. Larva mengalami 3-5 instar dan perkembangannya membutuhkan waktu selama 17 hari (34°C dan 70% RH) pada gandum. Larva yang baru menetas akan memakan debu tepung yang dibuat oleh imago, tapi biasanya larva masuk ke dalam bulir dengan cara mengebor, yang akhirnya terbentuk lubang pada bulir (Hill, 2002). Imago memiliki *mandible* yang kuat, rakus dan mampu terbang dengan baik (Anonymous, 2009f). Imago *R. dominica* memiliki mobilitas yang tinggi dalam mencari sumber makanan yang sesuai. Jia, *et al.* (2008 dalam Anonymous, 2009f) menyebutkan bahwa, imago *R. dominica* dapat menyebar lebih kurang 1000 m dari pelepasan umum. Imago *R. dominica* juga dapat hidup dalam waktu lama, sehingga dapat merusak bahan simpanan dalam waktu lama pula. Smith dan Frederiksen (2000) menyatakan bahwa, siklus hidup dari *R. dominica* membutuhkan waktu sekitar 2 bulan, dan ada tiga sampai empat generasi dalam satu tahun. Sedangkan Navarro dan Noyes

(2002) menyatakan bahwa, *R. dominica* dewasa dapat hidup sampai 7 bulan, dengan suhu optimum untuk perkembangannya antara 32°C sampai 35°C.

4.4. Pengaruh Lama Pengasapan Gabah Terhadap Daya Kecambah Gabah dan Tinggi Kecambah Padi

4.4.1. Daya Kecambah Gabah

Hasil analisis menunjukkan bahwa, perlakuan pengasapan gabah tidak berpengaruh terhadap daya kecambah gabah (Tabel Lampiran 20-21). Persentase daya kecambah gabah, tersaji pada Tabel 15.

Tabel 15. Persentase Daya Kecambah Gabah Setiap Perlakuan

No.	Lama pengasapan	Persentase Daya Kecambah Gabah (%)	
		3HSS	5HSS
1.	0 Jam (kontrol)	99a	100a
2.	1 Jam	99a	100a
3.	2 Jam	99a	100a
4.	3 Jam	99a	100a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata taraf $\alpha = 0,05$; HSS = Hari Setelah Semai

Pada Tabel 15 terlihat bahwa, persentase daya kecambah gabah pada perlakuan pengasapan 1 jam, 2 jam dan 3 jam, tidak berbeda nyata dengan kontrol. Hal ini membuktikan bahwa, pengasapan gabah tidak berpengaruh terhadap daya kecambah gabah.

4.4.2. Tinggi Kecambah Padi

Hasil analisis ragam tinggi kecambah padi menunjukkan bahwa perlakuan pengasapan gabah berpengaruh terhadap tinggi kecambah padi (Tabel Lampiran 22). Rerata tinggi tanaman padi tersaji dalam Tabel 16.

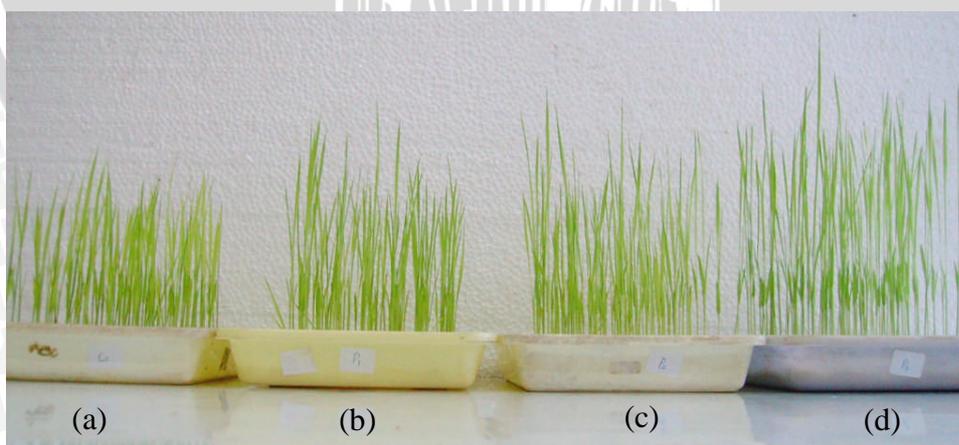
Tabel 16. Rerata Tinggi Kecambah Padi Setiap Perlakuan

No.	Lama pengasapan	Rerata tinggi kecambah padi (cm)
1.	0 jam (kontrol)	11,16a
2.	1 jam	12,70ab
3.	2 jam	13,09b
4.	3 jam	16,34c

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf $\alpha=0,05$; data ditransformasi menggunakan rumus $\sqrt{(X+0,5)}$ untuk keperluan analisis statistik

Pada Tabel 16 terlihat bahwa, rerata tinggi kecambah padi pada perlakuan pengasapan 3 jam, berbeda nyata dengan perlakuan pengasapan 1 jam, 2 jam dan kontrol. Perlakuan pengasapan 2 jam berbeda nyata dengan kontrol. Perlakuan pengasapan 1 jam tidak berbeda nyata dengan perlakuan pengasapan 2 jam dan kontrol.

Perlakuan pengasapan gabah selama 3 jam, menyebabkan warna daun kecambah padi nampak lebih hijau daripada warna daun kecambah padi pada perlakuan pengasapan 1 jam, 2 jam dan kontrol (Gambar 11). Hal ini diduga disebabkan oleh kandungan senyawa tertentu yang terkandung dalam asap pembakaran tempurung kelapa, bermanfaat bagi pertumbuhan vegetatif kecambah padi.



Gambar 11. Tinggi Kecambah Padi; a) Kontrol; b) Pengasapan 1 Jam; c) Pengasapan 2 Jam; d) Pengasapan 3 Jam

Cadwallader (1996) menyatakan bahwa, senyawa karbonil yang terkandung dalam asap pembakaran tempurung kelapa dapat bereaksi dengan protein dan senyawa nitrogen untuk membentuk warna. Senyawa karbonil yang bereaksi dengan senyawa nitrogen dapat dimanfaatkan oleh tanaman untuk perkembangan vegetatif tanaman. Warisno dan Dahana (2010) menyatakan bahwa, salah satu fungsi dari unsur nitrogen bagi tanaman adalah menyehatkan pertumbuhan daun, menyebabkan daun tanaman lebar dengan warna yang lebih hijau. Kekurangan unsur nitrogen menyebabkan klorosis daun yaitu warna daun muda yang seharusnya hijau menjadi kuning. Sedangkan Usman (2004) menyatakan bahwa, fungsi nitrogen bagi tanaman yaitu mendorong pertumbuhan tanaman secara keseluruhan, baik pertumbuhan akar, daun, batang, serta pembungaan dan pembuahan, dan meningkatkan kemampuan akar untuk menyerap unsur fosfor. Contoh senyawa yang termasuk senyawa karbonil adalah urea dan karbamat (Anonymous, 2010b).

Hasil penelitian Djatnika dan Evi silvia pada tahun 2007 (peneliti dari Balai Penelitian Tanaman Hias Segunung) menyatakan bahwa, perendaman anak subang dan subang gladiol dengan asap cair tempurung kelapa selama 5 menit dapat merangsang terjadinya perakaran pada anak subang dan subang gladiol (Anonymous, 2010c).

V. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat diperoleh beberapa kesimpulan yaitu:

1. Asap pembakaran tempurung kelapa dapat menyebabkan mortalitas imago *R. dominica*
2. Pengasapan gabah menyebabkan populasi *R. dominica* rendah
3. Pengasapan gabah dapat menyebabkan kerusakan telur, kematian larva dan imago *R. dominica*.
4. Pengasapan gabah selama 1 jam, 2 jam dan 3 jam, tidak berpengaruh terhadap daya kecambah gabah, namun berpengaruh terhadap tinggi kecambah padi.
5. Lama pengasapan gabah yang efektif dan efisien untuk pengendalian *R. dominica* adalah 2 jam.

5.2. Saran

Usaha pengendalian hama dengan memanfaatkan asap pembakaran tempurung kelapa harus memperhatikan beberapa hal seperti pemilihan tempurung kelapa yang baik dan memperhatikan proses pirolisis sehingga kandungan senyawa-senyawa yang bermanfaat dapat dihasilkan secara maksimal. Untuk memaksimalkan kandungan senyawa tertentu dapat diatur dari nyala api dan banyak sedikitnya udara yang masuk ke dalam tungku pengasapan. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dalam menentukan teknik yang tepat untuk memaksimalkan kandungan senyawa asap pembakaran tempurung kelapa guna mengendalikan serangga hama dalam simpanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbot, W.S. 1925. A Method of Computing the Effectiveness of an Insecticide. *J.Econ. Entomol.* 18: Hal. 265-267
- Andoko, A. 2008. *Budidaya Padi Secara Organik*. Penebar Swadaya. Jakarta. 124 Hal.
- Anggara, A.W. 2005. Hama Gudang Penyimpanan Padi. http://bbpadi.litbang.deptan.go.id/index.php?option=com_phocadownloadview=category&id=3%3Ajuknhapen&download=8%3Ahal-14_20&Itemid=45_&lang=in. Di unduh tanggal 04 Januari 2010
- Anonymous. 2009a. Dunia Mengakui Keberhasilan Swa Sembada Beras Indonesia. <http://antonapriyantono.com/>. Di unduh tanggal 22 November 2009
- Anonymous. 2009b. Jangan Sepelekan Penanganan Pascapanen. <http://m.serambinews.com/news/view/11180/jangan-sepelekan-penanganan-pascapanen>. Di unduh tanggal 7 Januari 2010
- Anonymous. 2009c. Kehilangan Pascapanen Padi Masih Tinggi. <http://pascapanen.litbang.deptan.go.id/index.php/berita/15>. Di unduh tanggal 03 Januari 2010
- Anonymous. 2009d. *Rhyzopertha dominica*. http://en.wikipedia.org/wiki/Rhyzopertha_dominica. Di unduh tanggal 20 Oktober 2009
- Anonymous. 2009e. Asap. <http://id.wikipedia.org/wiki/Asap>. Di unduh tanggal 22 November 2009
- Anonymous. 2009f. Diagnostic Methods for Lesser grain borer *Rhyzopertha dominica*. <http://old.padil.gov.au/pbt/index.php?q=node/70&pbtID=187>. Di unduh tanggal 10 Maret 2011
- Anonymous. 2009g. Tahap Pasca Panen/ Perlakuan setelah Panen. <http://budidayatanamanpadi.com/panen/1342468TAHAP%20PASCA%20PANEN.rtf>. Di unduh tanggal 3 Januari 2010
- Anonymous. 2009h. Pedoman Umum Penanganan Pasca Panen Padi. <http://agribisnis.deptan.go.id/xplore/view.php?file=PASCAPANEN/Layanan/PEDOMAN%20UMUM%20PENANGANAN%20PASCA%20PANEN%20PADI.pdf>. Di unduh tanggal 3 Januari 2010
- Anonymous. 2007. Studi Kasus S. Survei Pemantauan untuk Serangga Pemakan Biji yang Telah Resisten Terhadap Fosfin di Gudang. <http://www.aciar.gov.au/system/files/node/2316/MN119a+Part+3.pdf>. Di unduh tanggal 09 Desember 2009

- Anonymous. 2010a. Asap Cair. http://id.wikipedia.org/wiki/Asap_cair. Di unduh tanggal 15 Desember 2010
- Anonymous. 2010b. Karbonil. <http://id.wikipedia.org/wiki/Karbonil>. Di unduh tanggal 15 Desember 2010
- Anonymous. 2010c. Asap-Cair Potensial Sebagai Pestisida Nabati. <http://www.sinartani.com/proteksi/asap-cair-potensial-sebagai-pestisida-nabati-1258343796.htm>. Di unduh tanggal 12 Desember 2010
- Badan Pusat Statistik. 2009. Profil Kemiskinan di Indonesia Maret 2009. No. 43/07/Th. XII, 1 Juli 2009.
- Bailey, P. 2007. Pests of Field Crops and Pastures : Identification and Control. Csiro Publishing. Australia. 520 hal.
- Banu, M.R., A.R. Muthiah, S. Ashok. 2007. Host Plant Resistance Mechanism to Podborer (*Helicoverpa armigera*) in Pigeonpea. Asian Journal of Plant Sciences 6 (1): Hal 193-194
- Cadwallader, K.R. 1996. Wood Smoke Flavor. Hal 201-210. Dalam Nollet, L.M. L (ed.). Handbook of Meat, Poultry and Seafood Quality. Blackwell Publishing. Australia. 719 Hal.
- Dalimartha, S. 2008. Atlas Tumbuhan Obat Indonesia Jilid 5. Pustaka Bunda. Jakarta. 177 hal.
- David, B.V., T.N. Ananthakrishnan. 2004. General and Applied Entomology : Second Edition. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited. India. 1184 hal.
- Dykes, L., L.W. Rooney, R.D. Waniska, W.L. Rooney. 2005. Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of Sorghum Grains of Varying Genotypes. Journal of Agricultural and Food Chemistry 53 (17): Hal. 6813-6818
- Edde, P.A., T.W. Philips, M.D. Toews. 2005. Responses of *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) to Its Aggregation Pheromones as Influenced by Trap Design, Trap Height, and Habitat. Environmental Entomology 34 (6) : Hal. 1549-1557
- Hadiutomo, K. 2006. Teknik Pengukuran Kehilangan Hasil Pasca Panen Padi. Direktorat Penanganan Pasca Panen Ditjen Pengolahan Dan Pemasaran Hasil Pertanian Departemen Pertanian. Jakarta
- Hambali, E., S. Mujdalifah, A. Halomoan, Tambunan, A.W. Pattiwiri, R. Hendroko. 2007. Teknologi Bioenergi. PT Agromedia Pustaka. Jakarta. 113 hal.

- Heinrichs, E.A., F.G. Medrano, H.R. Rapusas. 1985. Genetic Evaluation for Insect Resistance in Rice. International Rice Research Institute. Philippines. 356 hal.
- Hill, D.S. 2008. Pests of Crops in Warmer Climates and Their Control. Springer Science + Business Media, B.V. United Kingdom. 704 hal.
- Hill, D.S. 2002. Pests of Stored Foodstuffs and Their Control. Kluwer Academic Publishers. Netherlands. 477 hal.
- Hodges, R., P. Golob, G. Farrell. 2004. Crop Post-Harvest: Science and Technology, Durable Case Studies in the Handling and Storage of Durable Commodities. Wiley-Blackwell. Australia. 288 hal.
- Hsin Chi. 1997. Probit Analysis. National Chung Hsing University. Taichung, Taiwan.
- Martin, I. 2007. Aromatherapy for Massage Practitioners. Lippincott Williams and Wilkins. Philadelphia. 321 hal.
- Mew, T.W., J.K. Misra. 1994. A Manual of Rice Seed Health Testing. International Rice Research Institute. Philippines. 113 hal.
- Mugnisjah, W.Q., A. Setiawan. 1995. Pengantar Produksi Benih. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta. 148 hal.
- Munro, J.W. 1966. Pests of Stored Products. Hutchinson & CO. (Publishers) LTD. London. 234 hal.
- Navarro, S., R. Noyes. 2002. The Mechanics and Physics of Modern Grain Aeration Management. CRC Press LLC. United States of America. 647 hal.
- Nugrohorini, D. Sulistyanto, S. Rasminah. 2002. Patogenesis Nematoda Entomopatogen *Steinernema* spp. dan *Heterorhabditis* spp. Terhadap Hama Tanaman Kubis *Plutella xylostella* Linn. <http://images.soemarno.multiply.com/attachment/0/S-KEdgooCzYAADJrpEw1/PATOGENISITAS%2520NEMATODA%2520ENTOMOPATOGEN%2520HAMA%2520KUBIS.doc%3Fnmid%3D337461276>. Di Unduh tanggal 12 Maret 2011
- Nurhasanah, E. 2008. Perancangan Alat untuk Membuat Asap Cair dari Tempurung Kelapa dan Karakterisasinya (Tesis). Program Studi Kimia Pasca Sarjana Institut Teknologi Bandung. Bandung
- Kalshoven, L.G.E. 1981. Pests of Crops in Indonesia: Revised by P.A. Van Der Laan. P.T. Ichtar Baru. Jakarta. 701 Hal
- Kukovinets, O.S., M.I. Abdullin, R.V. Zainullin, R.V. Kunakova. 2008. Chemical and Physical Methods for Protecting Biopolymers Against Pests. Nova Science Publisher, Inc. New York. 239 hal.

- Prananta, J. 2008. Pemanfaatan Sabut dan Tempurung Kelapa serta Cangkang Sawit untuk Pembuatan Asap Cair sebagai Pengawet Makanan Alami. Teknik Kimia Universitas Malikussaleh Lhokseumawe. Aceh
- Rees, D. 2004. Insects of stored products. Csiro Publishing. Australia. 181 hal.
- Rieger, M. 2006. Introduction to Fruit Crops. The Haworth Press, Inc. Canada. 465 hal.
- Robinson, W.H. 2005. Urban Insects and Arachnids (Handbook). Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom. 458 hal.
- Said, N.I. 2006. Polutan Mikro di dalam Air Minum dan cara Penanggulangannya. <http://www.kelair.bppt.go.id/Publikasi/BukuAirMinum/BAB2POLUTAN.pdf>. Di unduh tanggal 15 Desember 2010
- Sekhon, R.K., M.W. Schilling, T.W. Phillips, M.J. Aikens, M.M. Hasan, W.B. Mikel. 2009. Chemical Composition of Dry Cured Hams Fumigated with Carbon Dioxide. <http://mbao.org/2009/Proceedings/058SchillingW/MBAO%20CO2%209-1-09.pdf>. Di unduh tanggal 19 Februari 2011.
- Sene, M., T. Dore, C. Gallet. 2001. Relationships between Biomass and Phenolic Production in Grain Sorghum Grown under Different Conditions. *Agron Journal* 93: Hal. 49-54
- Sinha, S.N., S.P. Singh, C. Srivastava. 2000. Effect of Smoke On *Rhyzopertha Dominica* and *Callosobruchus Maculatus* Mortality and its Susceptibility to Phosphine dalam Donahaye, E.J., Navarro, S. and Leesch J.G. [Eds.] (2001) Proc. Int. Conf. Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Products, Fresno, CA. 29 Oct.-3 Nov. 2000. Executive Printing Services, Clovis, CA, U.S.A. Hal 431-437
- Smith, C.W., R.A. Frederiksen. 2000. Sorghum; Origin, History, Technology, dan Production. John Wiley & Sons, Inc. Canada. 825 hal.
- Subramanyam, B., D.W. Hagstrum. 1996. Integrated Management of Insects in Stored Products. Marcel Dekker, Inc. New York. 426 hal.
- Suparjo. 2010. Teknik Penyimpanan Pakan: Kerusakan Bahan Pakan Selama Penyimpanan. Fakultas Peternakan Universitas Jambi. Jambi. 11 Hal.
- Syaefullah, E. 2004. Modifikasi Atmosfer dengan Konsentrasi CO₂ Terhadap Perkembangan *Sitophilus zeamais* Selama Penyimpanan Jagung. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 7 hal.
- Tarigan, N. 2006. Jenis-Jenis Serangga dan Intensitas Serangannya Pada Berbagai Pola Tanam Akar Wangi. *Buletin Teknik Pertanian* 11 (1): Hal 1-4

Taylor, S. 2004. Advances in Food and Nutrition Research : Volume 48. Elsevier Academic Press. California. 275 hal.

Usman, M. 2004. Sukses Membuahkan Lengkung dalam Pot. PT Agromedia Pustaka. Jakarta. 73 hal.

Wardiyono. 2008. Keanekaragaman Hayati Tumbuhan Indonesia. <http://www.kehati.or.id/prohati/browser.php?docsid=230>. Di unduh tanggal 19 Maret 2010

Warisno, K. Dahana. 2010. Peluang Usaha dan Budidaya Cabai. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 123 hal.

Wijayaratne, L.K.W., M.D. Fernando, K.B. Palipane. 2009. Control of Insect Pests under Ware-House Conditions Using Smoke generated from Partial Combustion of Rice (Paddy) Husk. Institute of Post Harvest Technology, Jayanthi Mawatha, Anuradhapura. Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka 37 (2): Hal.125-134



Tabel Lampiran 1. Analisis Ragam Mortalitas Imago *R. dominica* Pengamatan 1HSI

SK	JK	db	KT	F hit	F tab 5%
Perlakuan	0,15	2	0,08	0,07 ^{tn}	4,26
Galat	10,36	9	1,15		
Total	10,51	11			

Keterangan : tn = tidak berbeda nyata taraf $\alpha=0,05$

Tabel Lampiran 2. Analisis Ragam Mortalitas Imago *R. dominica* Pengamatan 2HSI

SK	JK	db	KT	F hit	F tab 5%
Perlakuan	178,53	2	89,27	3,58 ^{tn}	4,26
Galat	224,37	9	24,93		
Total	402,90	11			

Keterangan : tn = tidak berbeda nyata taraf $\alpha=0,05$

Tabel Lampiran 3. Analisis Ragam Mortalitas Imago *R. dominica* Pengamatan 3HSI

SK	JK	db	KT	F hit	F tab 5%
Perlakuan	222,36	2	111,18	3,61 ^{tn}	4,26
Galat	277,13	9	30,79		
Total	299,49	11			

Keterangan : tn = tidak berbeda nyata taraf $\alpha=0,05$

Tabel Lampiran 4. Analisis Ragam Mortalitas Imago *R. dominica* Pengamatan 4HSI

SK	JK	db	KT	F hit	F tab 5%
Perlakuan	260,09	2	130,05	1,31 ^{tn}	4,26
Galat	892,35	9	99,15		
Total	1152,44	11			

Keterangan : tn = tidak berbeda nyata taraf $\alpha=0,05$

Tabel Lampiran 5. Analisis Ragam Mortalitas Imago *R. dominica* Pengamatan 5HSI

SK	JK	db	KT	F hit	F tab 5%
Perlakuan	46,18	2	23,09	0,15 ^{tn}	4,26
Galat	1415,63	9	157,29		
Total	1461,81	11			

Keterangan : tn = tidak berbeda nyata taraf $\alpha=0,05$

Tabel Lampiran 6. Analisis Ragam Mortalitas Imago *R. dominica* Pengamatan 6HSI

SK	JK	db	KT	F hit	F tab 5%
Perlakuan	221,79	2	110,90	0,54 ^{tn}	4,26
Galat	1861,18	9	206,80		
Total	2082,97	11			

Keterangan : tn = tidak berbeda nyata taraf $\alpha=0,05$

Tabel Lampiran 7. Analisis Ragam Mortalitas Imago *R. dominica* Pengamatan 7HSI

SK	JK	db	KT	F hit	F tab 5%
Perlakuan	0,37	2	0,18	0,35 ^{tn}	4,26
Galat	4,65	9	0,52		
Total	5,02	11			

Keterangan : tn = tidak berbeda nyata taraf $\alpha=0,05$

Tabel Lampiran 8. Analisis Ragam Laju Peningkatan Mortalitas *R. dominica* Terkoreksi

SK	JK	db	KT	F hit	F tab 5%
Perlakuan	0,05	2	0,03	0,04 ^{tn}	3,68
Galat	9,69	15	0,65		
Total	9,74	17			

Keterangan : tn = tidak berbeda nyata taraf $\alpha=0,05$

Tabel Lampiran 9. Analisis Ragam Populasi Total *R. dominica* Pengamatan 3HSI

SK	JK	db	KT	F hit	F Tabel 5%
Perlakuan	0,37	3	0,12	0,11 ^{tn}	3,49
Galat	13,30	12	1,11		
Total	13,67	15			

Keterangan : tn = tidak berbeda nyata taraf $\alpha=0,05$

Tabel Lampiran 10. Analisis Ragam Populasi Total *R. dominica* Pengamatan 1MSI

SK	JK	db	KT	F hit	F Tabel 5%
Perlakuan	9,80	3	3,27	4,45*	3,49
Galat	8,80	12	0,73		
Total	18,60	15			

Keterangan : * = berbeda nyata taraf $\alpha=0,05$

Tabel Lampiran 11. Analisis Ragam Populasi Total *R. dominica* Pengamatan 2MSI

SK	JK	db	KT	F hit	F Tabel 5%
Perlakuan	5,34	3	1,78	8,04*	3,49
Galat	2,66	12	0,22		
Total	8,00	15			

Keterangan : * = berbeda nyata taraf $\alpha=0,05$

Tabel Lampiran 12. Analisis Ragam Populasi Total *R. dominica* Pengamatan 3MSI

SK	JK	db	KT	F hit	F Tabel 5%
Perlakuan	3,54	3	1,18	8,50*	3,49
Galat	1,67	12	0,14		
Total	5,21	15			

Keterangan : * = berbeda nyata taraf $\alpha=0,05$

Tabel Lampiran 13. Analisis Ragam Populasi Total *R. dominica* Pengamatan 4MSI

SK	JK	db	KT	F hit	F Tabel 5%
Perlakuan	0,18	3	0,06	0,07 ^{tn}	3,49
Galat	11,23	12	0,94		
Total	11,41	15			

Keterangan : tn = tidak berbeda nyata taraf $\alpha=0,05$

Tabel Lampiran 14. Analisis Ragam Populasi Total *R. dominica* Pengamatan 2BSI

SK	JK	db	KT	F hit	F Tabel 5%
Perlakuan	22,68	3	7,56	16,96*	3,49
Galat	5,35	12	0,45		
Total	28,03	15			

Keterangan : * = berbeda nyata taraf $\alpha=0,05$

Tabel Lampiran 15. Analisis Ragam Populasi Total *R. dominica* Pengamatan 3BSI

SK	JK	db	KT	F hit	F Tabel 5%
Perlakuan	18,05	3	6,02	11,04*	3,49
Galat	6,54	12	0,54		
Total	24,59	15			

Keterangan : * = berbeda nyata taraf $\alpha=0,05$

Tabel Lampiran 16. Analisis Ragam Populasi Total *R. dominica* Pengamatan 4BSI

SK	JK	db	KT	F hit	F Tabel 5%
Perlakuan	11,51	3	3,84	13,84*	3,49
Galat	3,33	12	0,28		
Total	14,84	15			

Keterangan : * = berbeda nyata taraf $\alpha=0,05$

Tabel Lampiran 17. Analisis Ragam Intensitas Kerusakan Gabah Akibat Serangan *R. dominica* Pengamatan 2BSI

SK	JK	db	KT	F hit	F Tabel 5%
Perlakuan	0,23	3	0,08	6,76*	3,49
Galat	0,14	12	0,01		
Total	0,37	15			

Keterangan : * = berbeda nyata taraf $\alpha=0,05$

Tabel Lampiran 18. Analisis Ragam Intensitas Kerusakan Gabah Akibat Serangan *R. dominica* Pengamatan 3BSI

SK	JK	db	KT	F hit	F Tabel 5%
Perlakuan	1,18	3	0,39	4,07*	3,49
Galat	1,16	12	0,10		
Total	2,34	15			

Keterangan : * = berbeda nyata taraf $\alpha=0,05$

Tabel Lampiran 19. Analisis Ragam Intensitas Kerusakan Gabah Akibat Serangan *R. dominica* Pengamatan 4BSI

SK	JK	db	KT	F hit	F Tabel 5%
Perlakuan	1,45	3	0,49	4,14*	3,49
Galat	1,41	12	0,12		
Total	2,86	15			

Keterangan : * = berbeda nyata taraf $\alpha=0,05$

Tabel Lampiran 20. Analisis Ragam Daya Kecambah Gabah Pengamatan 3HSS

SK	JK	db	KT	F hit	F tab 5%
Perlakuan	0	3	0	0,00 ^{tn}	3,49
Galat	48	12	4		
Total	48	15			

Keterangan : tn = tidak berbeda nyata taraf $\alpha=0,05$

Tabel Lampiran 21. Analisis Ragam Daya Kecambah Gabah Pengamatan 5HSS

SK	JK	db	KT	F hit	F tab 5%
Perlakuan	0	3	0	∞	3,49
Galat	0	12	0		
Total	0	15			

Keterangan : ∞ = nilai tidak terdefinisi

Tabel Lampiran 22. Analisis Ragam Tinggi Kecambah Padi

SK	JK	db	KT	F hit	F tab 5%
Perlakuan	57,03	3	19,01	37,90*	3,49
Galat	6,02	12	0,50		
Total	63,05	15			

Keterangan : * = berbeda nyata taraf $\alpha=0,05$

Tabel Lampiran 23. Analisis Probit (LT₅₀) Pengasapan 1 Jam Terhadap Imago *R. dominica* Menggunakan Metode Hsin Chi (1997)

Waktu (hari)	Log(waktu) (x)	Jumlah imago uji (n)	Jumlah imago mati (r)	Mortalitas (M)	Mortalitas Terkoreksi (M')	Probit (y)	Probit harapan (y')	Batas probit taraf 95%	
								bawah	atas
0		100	0	0	0				
1	0	100	8	8	8	3,60	3,11	2,29	3,93
2	0,30	100	19	19	19	4,12	4,21	3,75	4,67
3	0,48	100	36	36	36	4,64	4,86	4,54	5,17
4	0,60	100	55	55	55	5,13	5,32	5,02	5,61
5	0,70	100	73	73	73	5,61	5,67	5,34	6,01
6	0,78	100	88	88	88	6,18	5,96	5,56	6,36
7	0,85	100	95	95	95	6,65	6,21	5,74	6,68

Keterangan :

- Persamaan garis regresi : $y = 3,11 + 3,67x$
- Standar Error (SE) kemiringan garis regresi : 0,26
- LT₅₀ Pengasapan 1 jam : 3,28
- Batas bawah probit taraf 95% LT₅₀ : 2,63
- Batas atas probit taraf 95% LT₅₀ : 3,94
- Nilai Chi-square : 20,50
- Derajat bebas (d.f.) : 5
- Faktor heterogenitas : 4,10

Tabel Lampiran 24. Analisis Probit (LT₅₀) Pengasapan 2 Jam Terhadap Imago *R. dominica* Menggunakan Metode Hsin Chi (1997)

Waktu (hari)	Log(Waktu) (x)	Jumlah imago uji (n)	Jumlah Imago Mati (r)	Mortalitas (M)	Mortalitas Terkoreksi (M')	Probit (y)	Probit harapan (y')	Batas probit taraf 95%	
								bawah	atas
0		100	0	0	0				
1	0	100	8	8	8	3,60	3,20	2,53	3,56
2	0,30	100	22	22	22	4,23	4,35	3,98	4,72
3	0,48	100	47	47	47	4,93	5,03	4,76	5,29
4	0,60	100	63	63	63	5,33	5,50	5,24	5,77
5	0,70	100	78	78	78	5,77	5,88	5,56	6,19
6	0,78	100	93	93	93	6,48	6,18	5,80	6,56
7	0,85	100	97	97	97	6,88	6,44	5,99	6,87

Keterangan :

Persamaan garis regresi : $y = 3,20 + 3,84x$
 Standar Error (SE) kemiringan garis regresi : 0,26
 LT₅₀ Pengasapan 2 jam : 2,96
 Batas bawah probit taraf 95% LT₅₀ : 2,47
 Batas atas probit taraf 95% LT₅₀ : 3,45
 Nilai Chi-square : 14,88
 Derajat bebas (d.f.) : 5
 Faktor heterogenitas : 2,98

Tabel Lampiran 25. Analisis Probit (LT₅₀) Pengasapan 3 Jam Terhadap Imago *R. dominica* Menggunakan Metode Hsin Chi (1997)

Waktu (hari)	Log(Waktu) (x)	Jumlah imago uji (n)	Jumlah Imago Mati (r)	Mortalitas (M)	Mortalitas Terkoreksi (M')	Probit (y)	Probit harapan (y')	Batas probit taraf 95%	
								bawah	atas
0		100	0	0	0				
1	0	100	8	8	8	3,60	3,46	3,04	3,87
2	0,30	100	32	32	32	4,53	4,51	4,28	4,75
3	0,48	100	51	51	51	5,03	5,13	4,96	5,30
4	0,60	100	70	70	70	5,52	5,57	5,40	5,75
5	0,70	100	79	79	79	5,81	5,91	5,70	6,12
6	0,78	100	87	87	87	6,13	6,19	5,95	6,43
7	0,85	100	98	98	98	7,05	6,42	6,14	6,70

Keterangan :

Persamaan garis regresi : $y = 3,46 + 3,51x$
 Standar Error (SE) kemiringan garis regresi : 0,24
 LT₅₀ Pengasapan 3 jam : 2,75
 Batas bawah probit taraf 95% LT₅₀ : 2,42
 Batas atas probit taraf 95% LT₅₀ : 3,08
 Nilai Chi-square : 6,74
 Derajat bebas (d.f.) : 5
 Faktor heterogenitas : 1,35



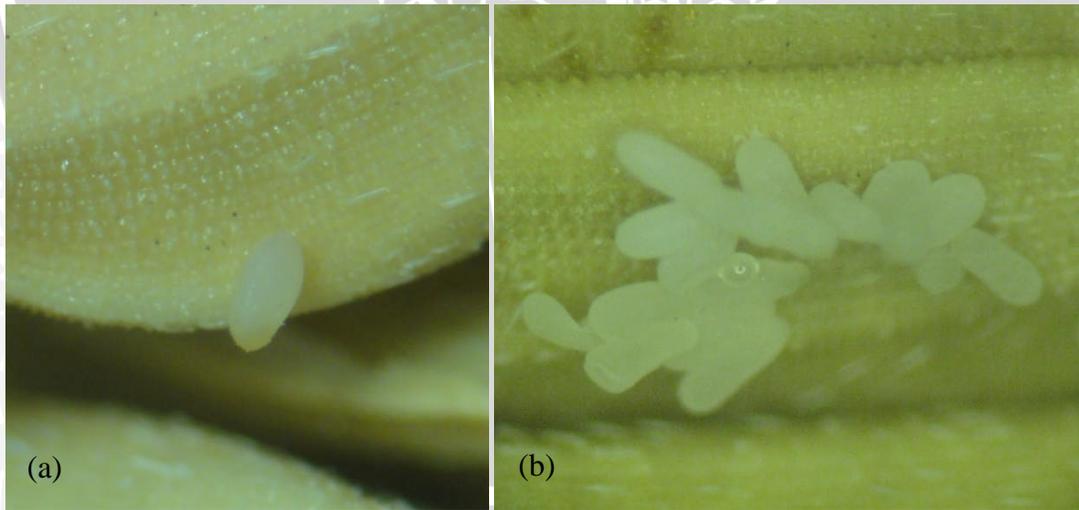
Gambar Lampiran 1. Alat Pengasapan Gabah



Gambar Lampiran 2. Hasil Samping dari Pengasapan Gabah; a) Arang Tempurung kelapa; b) Asap Cair Tempurung Kelapa



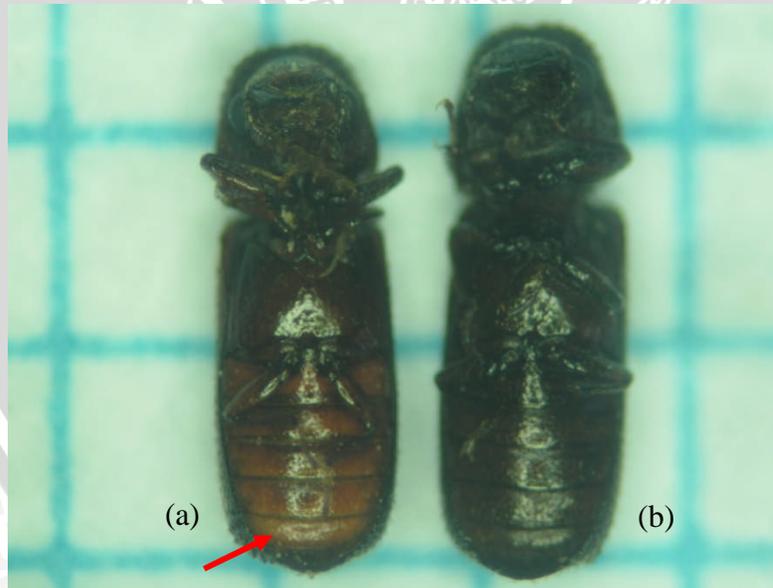
Gambar Lampiran 3. Kenampakan Gabah Setelah Perlakuan Pengasapan; a) Kontrol; b) Perlakuan Pengasapan 1 Jam; c) Perlakuan Pengasapan 2 Jam; d) Perlakuan Pengasapan 3 Jam



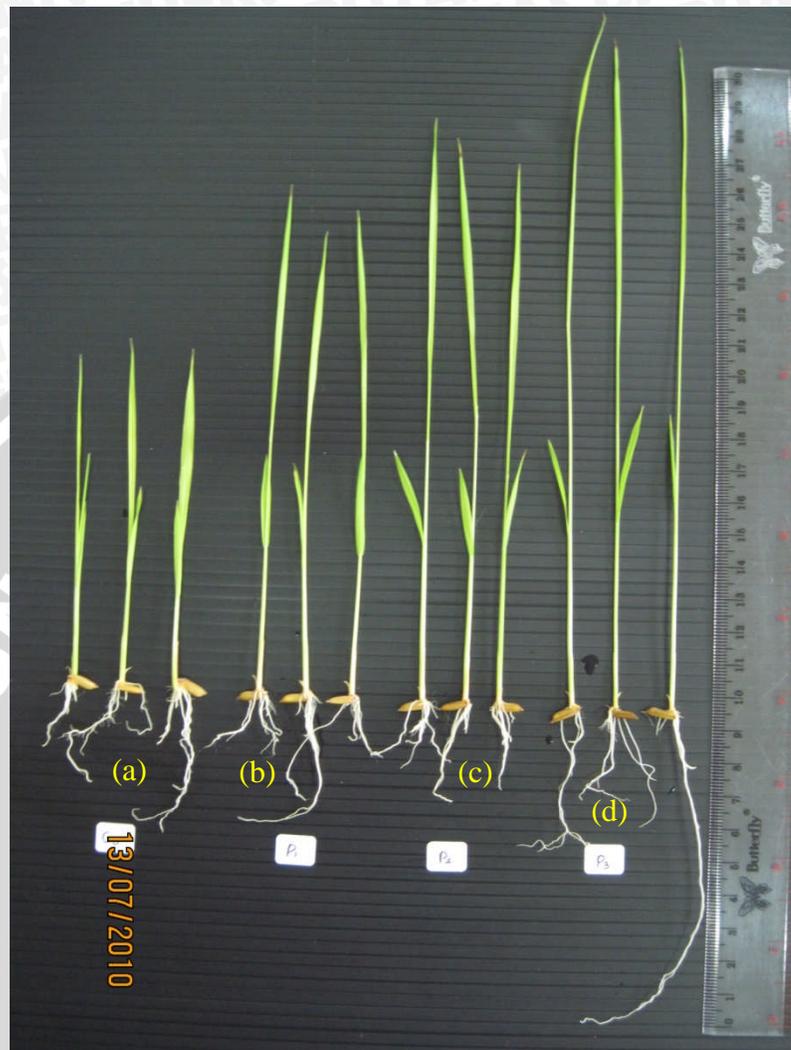
Gambar Lampiran 4. Telur *R. dominica*; a) Telur Single; b) Telur Berkelompok



Gambar Lampiran 5. Larva *R. dominica*



Gambar Lampiran 6. Imago *R. dominica*; a) Imago Betina; b) Imago Jantan



Gambar Lampiran 7. Tinggi Kecambah Padi; a) Kontrol; b) Pengasapan 1 Jam; c) Pengasapan 2 Jam; d) Pengasapan 3 Jam